



Io **sucellog**

Schaffung von Biomassehöfen durch die Agrarindustrie

Beginn neuer Biomasseprojekte: Grundlegende Informationen



Autoren: Camille Poutrin

Herausgeber: Cosette Khawaja, Dr Rainer Janssen, Dr. Alfred Kindler, Tanja Solar, Eva Lopez, Daniel Garcia-Galindo

Erschienen: © 2015, SCDF - Services Coop de France
43, rue Sedaine / CS 91115
75538 Paris Cedex 11, France

Kontakt: Camille Poutrin
SCDF - Services Coop de France
camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop
Tel.: +33 1 44 17 58 40
www.servicescoopdefrance.coop

Website: www.sucellog.eu

Copyright: Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Handbuchs darf ohne ausdrückliche, schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form oder mit Hilfe irgendeines Mittels für kommerzielle Zwecke reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Autoren übernehmen keinerlei Gewähr für die Korrektheit und/ oder Vollständigkeit der in diesem Handbuch enthaltenen oder beschriebenen Daten.

Disclaimer: Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Handbuchs liegt bei den Autoren. Die Informationen in dieser Publikation entsprechen nicht notwendigerweise den Meinungen der Europäischen Union. Die Europäische Kommission übernimmt keine Verantwortung für den Gebrauch der in diesem Handbuch enthaltenen Information.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Inhaltsverzeichnis

Einführung	4
1. Biomasseversorgung für die Erzeugung von Bioenergie	5
1.1. Die Verwendung von Biomasse für die Erzeugung von Bioenergie	5
1.2. Biomasse, die wichtigste erneuerbare Energiequelle in der EU	6
1.3. Agrarische Reststoffe haben ein hohes Potential	7
2. Biomassehöfe für agrarische Brennstoffe	8
2.1. Vorteile für die Agroindustrie durch einen Biomassehof	9
2.1. Synergien durch den agroindustriellen Sektor	11
2.2. Durchführung – Schlüsselfaktoren und Herausforderungen	16
2.3. Erfolgreiche Fallbeispiele	16
3. Agrarische Reststoffe für die Produktion fester Biomasse	17
3.1. Agrarische Reststoffe: Relevanz ihrer Eigenschaften	17
3.2. Agrarische Reststoffe: Potential und Empfehlung	20
3.2.1. <i>Primärreststoffe von einjährigem Anbau</i>	20
3.2.2. <i>Schnittabfälle als Primärreststoffe von Dauerkulturen</i>	22
3.2.3. <i>Sekundäre Reststoffe von industriellen Prozessen</i>	22
3.3. Der Produktionsprozess der festen Biomasse aus agrarischen Rückständen	23
4. Qualitätsvoraussetzungen am Biomassemarkt	25
4.1. Markt für feste Biomasse	25
4.2. Qualitätsstandards und Zertifizierungen	25
4.3. Nachhaltige Prozesse	26
Kernbotschaften	28
Anhänge:	30
Anhang 1: Biomasseprozess	30
Anhang 2: ISO standards	30

Danksagung

Dieses Handbuch wurde im Rahmen von SUCELLOG (IEE/13/638/SI2.675535) mit Unterstützung der Europäischen Kommission und deren Programm „Intelligente Energie - Europa“ (IEE) ausgearbeitet. Die Autoren möchten der Europäischen Kommission für ihre Unterstützung des SUCELLOG Projekts sowie den Koautoren und SUCELLOG Partnern für ihren Beitrag zu diesem Handbuch danken.

SUCELLOG Projekt

Das EU-Projekt „SUCELLOG“ – Schaffung von Biomassehöfen durch die Agrarindustrie – verfolgt das Ziel, den agrarischen Sektor für die nachhaltige Biomassebrennstoffproduktion in Europa zu sensibilisieren. Hierbei konzentriert sich SUCELLOG auf das Potenzial ungenutzter Logistikkapazitäten, indem agrarische Biomassehöfe als Ergänzung zur agrarischen Haupttätigkeit implementiert werden. Dadurch sollen des Weiteren die großen Synergien, die zwischen der Agrar- und Bioökonomie bestehen, belegt werden. Weitere Informationen zum Projekt und zu den Projektpartnern finden Sie unter www.sucellog.eu.

SUCELLOG Konsortium:



CIRCE: Research Centre for Energy Resources and Consumption, Project coordination
Eva López - Daniel García: sucellog@fcirce.es



WIP: WIP - Renewable Energies
Cosette Khawaja: cosette.khawaja@wip-munich.de
Dr. Rainer Janssen: rainer.janssen@wip-munich.de



RAGT: RAGT Energie SAS
Vincent Naudy: vnaudy@ragt.fr
Matthieu Campargue: mcampargue@ragt.fr
Jérémie Tamalet: JTamalet@ragt.fr



SPANISH COOPERATIVES: Agri-food Cooperatives of Spain
Juan Sagarna: sagarna@agro-alimentarias.coop
Susana Rivera: rivera@agro-alimentarias.coop
Irene Cerezo: cerezo@agro-alimentarias.coop



SCDF: Services Coop de France
Camille Poutrin: camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop



DREAM: Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
Enrico Pietrantonio: pietrantonio@dream-italia.net
Dr. Fiamma Rocchi: rocchi@dream-italia.it
Chiara Chiostrini: chiostrini@dream-italia.net



Lk Stmk: Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Steiermark
Dr. Alfred Kindler: alfred.kindler@lk-stmk.at
Tanja Solar: tanja.solar@lk-stmk.at
Klaus Engelmann : klaus.engelmann@lk-stmk.at
Thomas Loibnegger: thomas.loibnegger@lk-stmk.at

Einführung

In Europa entfallen derzeit mehr als 60% der Bioenergieproduktion auf erneuerbare Energien. Dieser Prozentsatz wird voraussichtlich bis zum Jahr 2020 noch steigen (Europäische Kommission, 2015). Wissend, dass die forstlichen Biomasse-Ressourcen begrenzt sind, wird den agrarischen Reststoffen ein großes Potential zugesprochen, um dieses Wachstum zu erfüllen. Die europäische Politik fördert durch den Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums und der nationalen Politik die Verwendung agrarischer Reststoffe als eine Möglichkeit zur Bioenergiegewinnung als zusätzliche Geschäftsaktivität und zur Erhöhung des Mehrwertes.

Agrarbetriebe, die bereits über das notwendige Equipment verfügen, um landwirtschaftliche Produkte zu verarbeiten, haben eine gute Chance, ein Logistikzentrum für agrarische Biomasse zu werden. Die Verwendung dieser Reststoffe die als nicht valorisiert gelten in den Leerlaufzeiten der Betriebe, trägt weiters maßgeblich zur EU-28-Entwicklung bei, die neue Aktivitäten im ländlichen Raum unterstützt, um die Treibhausgase zu reduzieren und neue Märkte für die Energieunabhängigkeit zu schaffen.

SUCELLOG (SuCcEssful LOGistic – erfolgreiche Logistik), ist ein von der EU gefördertes Projekt im Rahmenprogramm Intelligent Energy, das mit einer Laufzeit von drei Jahren in den Ländern Österreich, Frankreich, Italien und Spanien die Einführung neuer Logistikketten zur Herstellung von fester Biomasse in Agrarbetrieben unterstützt. Insgesamt werden in diesen Ländern vier Logistikzentren errichtet, 40 Machbarkeitsstudien durchgeführt und Agrarverbände trainiert, die ihr Wissen dann zur Unterstützung bei der Errichtung weiterer neuer Logistikzentren einsetzen können.

Damit das im Projekt generierte Wissen auch über die Projektlaufzeit hinaus verfügbar ist, werden drei Handbücher deren Inhalt auf drei verschiedene Zielgruppen – abhängig vom vorhandenen Fachwissen in diesem Bereich - ausgerichtet ist, entwickelt. Der progressive Aufbau dieser Handbücher zielt darauf ab, das Bewusstsein für diese Projektidee zu erhöhen und durch die Praxisbeispiele zu neuen wirtschaftlichen Aktivitäten in diesem Bereich anzuregen.

Das erste Handbuch gibt einen Einblick in grundlegende Informationen und Basiswissen für Betriebe, die Interesse haben, mit solch einer neuen Geschäftslinie zu starten. Folgende Themen werden behandelt: die Entwicklung des Biomasseverbrauchs in der Europäischen Union, das Konzept eines agrarischen Biomasselogistikzentrums und die dazugehörige Logistikkette, die Notwendigkeit einer nachhaltigen Regelung bei der Beschaffung von Biomasse. Zusätzlich werden unterschiedliche Beispiele für Anlagentypen in den europäischen Teilnehmerländern werden vorgestellt.

1. Biomasseversorgung für die Erzeugung von Bioenergie

1.1. Die Verwendung von Biomasse für die Erzeugung von Bioenergie

In der europäischen Gesetzgebung wird der Begriff: „Biomasse, die zur Energiegewinnung genutzt wird“ mit biologisch abbaubaren Anteilen von Erzeugnissen, Abfällen und Rückständen biologischen Ursprungs aus der Landwirtschaft (einschließlich pflanzlicher und tierischer Stoffe), der Forstwirtschaft und der damit verbundenen Industriezweige einschließlich der Fischerei und Aquakultur sowie der biologisch abbaubare Anteil von Industrie und Siedlungsabfällen definiert. (Richtlinie 2009/28/EC des Europäischen Parlaments und des Rates).

Es gibt viele Möglichkeiten, um Biomasse in Energie umzuwandeln (siehe Abbildung 1). Abhängig von der Biomassequelle und des Verarbeitungsprozesses werden die häufigsten Varianten aufgelistet:

- Wärme- und Stromerzeugung durch Verbrennung oder Vergasung von fester Biomasse (z.B. Holz, Stroh, Energiepflanzen);
- Biogasproduktion durch anaerobe Gärung von organischem Material mit hohem Feuchtigkeitsgehalt (z.B. Gülle, pflanzliche Nebenerzeugnisse, Gras, etc.);
- Biokraftstoffproduktion durch Umesterung von Ölsaat (Biodieselproduktion) oder durch Fermentation von Zucker oder in Pflanzen enthaltenem Zucker.

Biomasse war das erste vom Menschen verwendete Mittel zur Energieerzeugung: Bereits vor 400.000 Jahren bändigte der frühe Mensch das Feuer, um es zum Kochen, Beleuchten, Wärmen sowie zum Schutz von wilden Tieren zu nutzen.

Heutzutage muss Biomasse, um eine geeignete Alternative zu fossilen Brennstoffen darzustellen, allerdings auch einen ökonomischen Nutzen bringen, zur Verwendung in hoch automatisierter Technologie geeignet sein und zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

Es gibt zahlreiche, unterschiedliche Möglichkeiten um Biomasse in Energie zu transformieren – entweder direkt oder durch die Produktion von intermediären Energieträgern, wie z.B. Bio-Öle, torrefizierte Biomasse, Synthesegas, u.a.. Außerdem kann feste Biomasse mittels thermochemischer oder enzymatischer Prozesse in flüssige Biokraftstoffe umgewandelt werden. Im Falle einer organischen Substanz mit hohem Feuchtigkeitsgehalt sind bereits einige Transformationsmöglichkeiten im Entstehen (abgesehen von der Biogasproduktion, der Nutzung für Kompostierung bzw. als organisches Bodenbehandlungsmittel): Hydrothermale Wandlung und Mikrobiologische Brennstoffzellen.

Für weitere Informationen zu den relevantesten Prozessen sei auf Anhang I verwiesen.

Die im SUCELLOG Projekt verwendete Biomasse-Ressource ist trockene Biomasse, die entweder direkt verbrannt, oder nach einer Vorbehandlung für die Wärme-und Stromproduktion verwendet wird.

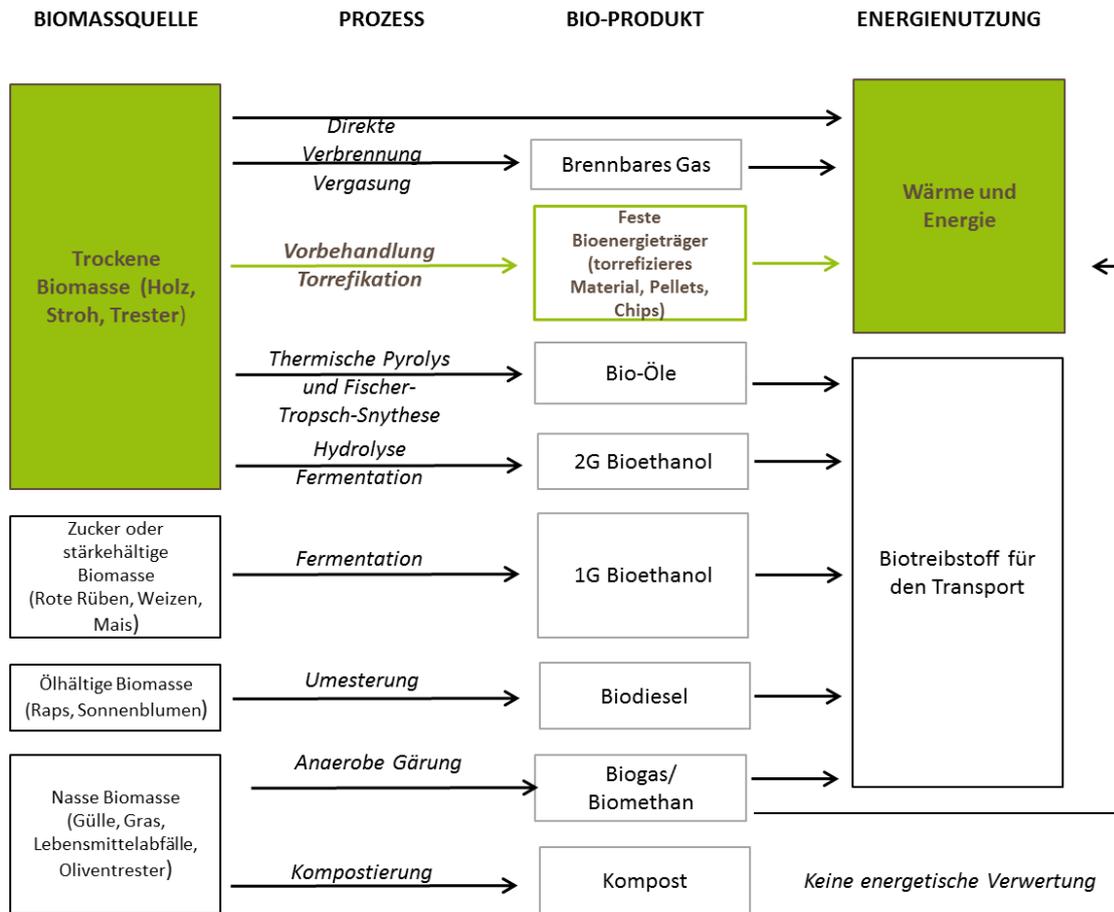


Abbildung 1: Hauptverarbeitungsprozesse und – nutzungsbereiche von Biomasse

1.2. Biomasse, die wichtigste erneuerbare Energiequelle in der EU

Europa 2020 ist die EU-Strategie für Wachstum und Beschäftigung, die 2010 eingeführt wurde und die Voraussetzung für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum schafft. Im Rahmen dieser Strategie wurden fünf Kernziele erarbeitet, die folgende Bereiche abdecken: Beschäftigung, Forschung und Entwicklung, soziale Eingliederung, Armutsverringerung sowie Klima- und Energiepolitik. Das Energie- und Klimapakett, dessen Ziele unter dem Namen „20-20-20“ Ziele bekannt sind, setzt drei Hauptziele für 2020:

- Eine 20%-ige Reduktion der EU Treibhausgasemissionen (Vergleichsbasis: Stand 1990);
- eine Erhöhung des EU Verbrauchsanteils von Energie erzeugt durch erneuerbare Ressourcen auf 20%;
- eine 20%-ige Verbesserung der Energieeffizienz der EU (Vergleichsbasis: Stand 1990).

Im Zusammenhang mit dem zweiten Ziel, haben die Mitgliedsstaaten die Vereinbarung getroffen, die nationalen Ziele zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in ihrem Energiemix bis 2020 nach der Richtlinie 2009/28/EC zu erhöhen.

In der EU-28 wurde die Primärproduktion von erneuerbarer Energie in 10 Jahren nahezu verdoppelt, sodass 2012 ein Produktionslevel von 177 Mtoe erreicht werden konnte. Biomasse hat den größten Anteil an erneuerbarer Energie im Energiemix und beläuft sich aktuell auf mehr als 67% des Anteils von erneuerbarer Energie im Bruttoinlandsenergieverbrauch (Abbildung 2). Die für Biowärme verwendete Biomasse beträgt zurzeit 74,7 Mtoe, gefolgt vom Biomasseverbrauch für die Biobrennstoffherzeugung für das Transportwesen (14,6 Mtoe) und für Bioelektrizität (12,8 Mtoe). Der Gesamtanteil von Biomasse an erneuerbarer Wärme beträgt 88,9% (Europäische Kommission, 2015).

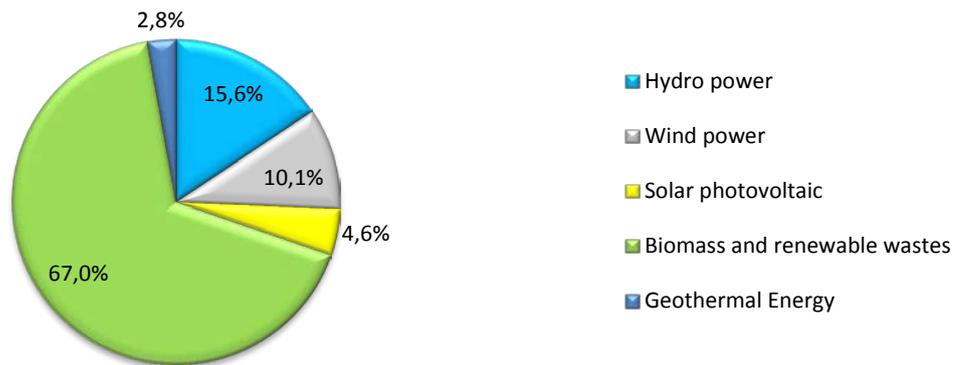


Abbildung 2 : Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsenergieverbrauch in der EU-28 (European Commission, 2015)

Eurobserv'ER 2013 zufolge steht Biomasse als Energieträger für einen Umsatz von 50 Milliarden Euro in der EU-27, inklusive der 28 Milliarden für feste Biomasse. Mehr als 500.000 Arbeitsplätze konnten durch den Bioenergiesektor bereits geschaffen werden - darunter fallen 282.000 geschaffene Arbeitsplätze im Sektor für feste Biomasse (Observ'ER, 2013)

Aufgrund der "20-20-20" Ziele und der EU Richtlinien offerieren zahlreiche Mitgliedsstaaten nationale Fördersysteme für erneuerbarer Energien sowie für Innovationsprojekte zu den Themen Biomasseentwicklung und Verbrauch von fester Biomasse. Diese Unterstützung soll zu einer Profitabilitätssteigerung der Biomasseproduktion bzw. des -verbrauchs beitragen. Aber ob nun eine finanzielle Unterstützung erhältlich ist und in welcher Höhe sie ausfällt, ist von dem jeweiligen Staat oder von der jeweiligen Region abhängig.

In Frankreich, z.B., förderte der sogenannte Heat Fund, eingeführt von der französischen Behörde für Umwelt und Energiekontrolle, 2.911 Installationen zwischen 2009 und 2014, davon mehr als 500 Biomasseprojekte im industriellen, landwirtschaftlichen und Dienstleistungssektor. Die Unterstützung durch den Heat Fund resultierte in einer jährlichen Produktion von 1.326.501 toe (Sept. 2014) und schuf zudem 5.000 neue Arbeitsplätze.

1.3. Agrarische Reststoffe haben ein hohes Potential

Forstliche Biomasse ist der wichtigste Faktor zur Erreichung der 2020 Ziele bei erneuerbaren Energien in der EU. In den letzten 10 Jahren erlebte diese ein signifikantes Wachstum, das nun zu einer Stabilisierung neigt. Deshalb ist es notwendig, andere verfügbare Biomasse-Ressourcen, wie die aus agrarischen Reststoffen zu fördern, die bis dato wenig genutzt wurden, aber ein großes Potential mit sich bringen (Michael Carus, nova-Institut, August 2012).

Es gibt mittlerweile schon einige Studien, die die potenzielle Verfügbarkeit von Biomasse aus agrarischen Reststoffen für die Bioenergieproduktion (EEA, Scarlet & al etc) untersucht haben. Aber bis dato noch keine umfassenden nationalen Statistiken über die aktuelle Verwendung und die dazugehörigen Märkte. Dennoch kommt den agrarischen Reststoffen eine Schlüsselrolle für eine echte Erweiterung der Biomasseversorgung für die Bioenergieproduktion zu, sollte die forstliche Biomasse weiterhin stabil bleiben. Schätzungen zu Folge könnten in den EU-27 durch die verfügbare Menge an Ernterückständen 425.000 GWh (1.530 PJ) für die Bioenergieproduktion zur Verfügung stehen. Dabei wurde die mögliche stoffliche Nutzung der Reststoffe schon abgezogen. Dies entspricht 15% des Stromverbrauchs durch die Industrie, den Verkehr und der Haushalte in der EU-28 (Scarlet N, 2010) (European Commission, 2015).

In naher Zukunft soll sich ein neuer Markt auf Basis fester Biomasse aus agrarischen Reststoffen in Europa entwickeln. Für Agro-Industrien bietet sich hier eine interessante Möglichkeit, in diesem Bereich eine entscheidende Rolle zwischen Landwirten und dem Markt zu spielen.

2. Biomassenhöfe für agrarische Brennstoffe

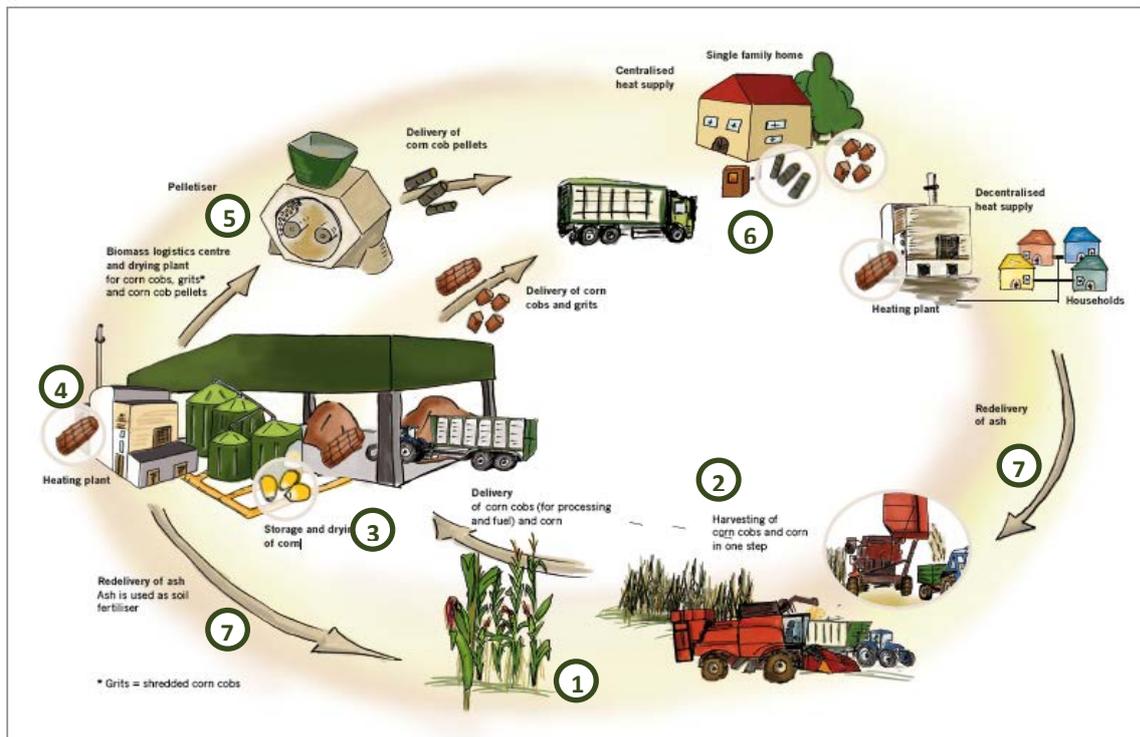
Agrarindustrien widmen ihre Aktivitäten der Transformation und der Kommerzialisierung ihrer landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Deren Produktion kann nun lebens- bzw. futtermittelorientiert sein, sprich für Menschen bzw. Tiere, oder zu Non-Food Zwecken (Textilien, Fasern, chemische Extrakte, etc.) erfolgen. Aufgrund des erheblichen Synergiepotenzials zwischen der Agrarwirtschaft und der Bioökonomie bietet sich jenen Agrarbetrieben, die im Besitz von Energieerzeugungsanlagen für landwirtschaftliche Erzeugnisse sind, eine hervorragende Gelegenheit zur Schaffung eines Biomassehofes für feste Biomasse.

Alfalfa- und Getreidetrocknungsbetriebe oder Ölsaatgewinnungsindustrien u.a., sind im Besitz von Pelletierern, Trocknungsanlagen, Silos, Förderanlagen und arbeiten – in den meisten Fällen – saisonabhängig. Diese Anlagen können während der produktionsfreien Zeit zur Vorbehandlung und Behandlung von regional verfügbaren Biomasserohstoffen dienen.

SUCELLOG zielt nun darauf ab, jene Agrarbetriebe, in deren Reichweite sich solche Synergiemöglichkeiten befinden, zu fördern und dazu zu motivieren, den nächsten Schritt in Richtung Biomassehof zu wagen. Der Eingliederungsprozess von Food und Non-Food Tätigkeiten in eine Agrarindustrie ist in Abbildung 3 exemplarisch dargestellt. Ursprünglich stellte die Industrie im Rahmen herkömmlicher Produktionsmethoden Futtermittelpellets für die Viehzucht her. Für den Erzeugungsprozess wurden Mais, Grünfutter und andere Zusätze verwendet. Abbildung 3 zeigt sowohl die Prozesse als auch die Food und Non-Food Materialflüsse sowie die zugehörigen Transformationen, die an den Rohstoffen vorgenommen werden, sobald eine neue Biomasseproduktionsaktivität in die bestehenden Abläufe integriert wird. Bereits bestehende Handelsbeziehungen zu Mais Kornproduzenten werden zum eigenen Vorteil genutzt, indem beides – Maiskörner sowie Maisspindeln – akquiriert wird. Maisspindeln eignen sich während den Stehzeiten der Futtermittelproduktion als Rohmaterial zur Erzeugung von Biomassepellets, die mit dem Futtermittelpelletier hergestellt werden können.

Der Sequenzablauf im Detail zu Abbildung 3 lautet wie folgt:

- ① Mais wird wie gehabt von den Bauern produziert. Das bedeutet, dass keine Modifikation ihrer Abläufe nötig ist.
- ② Die Ernte von Maisspindeln geht mit der Ernte von Maiskörnern einher, da ein angepasster Mähdrescher eingesetzt wird. Maiskörner und –spindeln werden auf getrennten Anhängern verladen, um in einem nächsten Schritt zum Agrarbetrieb transportiert zu werden.
- ③ Maiskörner werden aufbereitet und mit Grünfutter und anderen Zusätzen vermischt und zur Produktion von Futtermittelpellets verwendet.
- ④ Maisspindeln werden teilweise als Energiequelle für den Heizvorgang in der Futtermittelproduktionsanlage genutzt.
- ⑤ Nach der Futtermittelproduktionssaison beginnt die produktionsfreie Zeit, die von Winter bis ins Frühjahr andauert. Diese Zeit wird dazu genutzt, Maisspindeln zusammen mit anderen lokalen Reststoffen zu Biomassemischpellets im ursprünglichen Futtermittelpelletier zu verarbeiten. Maisspindeln und Maisspindel-Grits werden in der Trocknungsanlage aufbereitet.
- ⑥ Biomasse wird in diesem Schritt an den Endverbraucher in Form von Pellets, ganzen Maisspindeln sowie losem Grit-Material geliefert. Danach werden die Anlagen gereinigt und auf die nächste Runde der Futtermittelproduktion vorbereitet. Die Distribution der aufbereiteten Biomasse kann auch danach weitergeführt werden, da das akkumulierte, trockene Material haltbar ist und daher gelagert werden kann.
- ⑦ Die Asche aus den Verbrennungsanlagen kann recycelt und als Nährstoff für die Maisfelder verwendet werden. Mit diesem letzten Schritt wird der Kreislauf des Rohstoffes geschlossen und somit auch der Düngemittelbedarf reduziert.



2.1. Vorteile für die Agroindustrie durch einen Biomassehof

Agrarbetriebe arbeiten aufgrund der Vegetationsperioden saisonal; die Verarbeitung von Biomasse ist mit einigen ihrer Maschinen kompatibel

Um als neuer Biomassehof mit den bestehenden Maschinen einer Agrarindustrie beginnen zu können, müssen Biomasseressourcen in den Leerzeiten zur Verfügung stehen. Dadurch kann der Betrieb in der produktionsfreien Zeit Biomasse beschafft, verarbeitet und verkauft werden.

Futtermittel-, Zucker-, Destillier- und Tresterölindustrien sind üblicherweise im Besitz von horizontalen Trocknungsanlagen, die in der Lage sind, eine große Bandbreite an Rohmaterialien zu verarbeiten. Getreidebetriebe nutzen vertikale Trockner (Turmtrockner), die für granuliert Biomasse, wie z.B. Oliven- und Traubenkerne sowie zerstoßene Mandelschalen, verwendet werden können.

Agrarbetriebe, die Trocknungsanlagen besitzen, können diese direkt oder nach Modifikation zur Produktion von haltbarer, fester Biomasse nutzen.

Agrarindustrien können als Anbieter von Biomasse-Mischpellets fungieren.

Futtermittel- und Grünfütterertrocknungsindustrien sind normalerweise so konzipiert, dass sie verdichtete Materialien in Form von Pellets produzieren. Es ist möglich, dass andere Industrien, wie z.B. Wein- und Zuckergewinnungsbetriebe, Pelletierer zur Behandlung ihrer Reststoffe und zur Produktion von trockenen, kompakten und haltbaren Pellets, die in weiterer Folge als diätisches Ergänzungsmittel für Rinder kommerzialisiert werden, nutzen. Leerzeiten solcher Produktionsanlagen können für die Produktion von Biomassepellets verwendet werden.

Nahrungsmittel als auch feste Biomasse sind beides organische Materialien, die gelagert und aufbereitet werden müssen, um deren Abbau zu verhindern. Agrarbetriebe arbeiten mit landwirtschaftlichen Rohstoffen, die sie üblicherweise in großen Mengen erhalten. Somit besitzt die Industrie entsprechende Maschinen und Anlagen, die auch zur Verarbeitung von Biomasserohstoffen genutzt werden können, wie z.B. Schaufeln, Kräne, Lagerbuchten, Förderbänder, Stapler, oder Silos. Auch wenn kompatibles Equipment zur Feuchtigkeitsreduzierung oder zur Zerkleinerung und Pelletierung von Biomasse nicht vorhanden ist, so haben bestehende Agrarindustrien trotzdem einen Vorteil, da sie Expertise und Mittel mit sich bringen, die zur Etablierung neuer Biomasseanbieteraktivitäten nützlich sind.

Agrarindustrien haben Erfahrung in der Verarbeitung von Nahrungsmitteln, die in ihrer Beschaffenheit Biomasse sehr ähnlich sind.

Agrarbetriebe sind mit dem Verkauf von Produkten in großen Mengen vertraut.

Agrarindustrien haben aufgrund der Distribution ihrer Produkte ein bereits etabliertes Handelsnetzwerk. Viele haben Kontrolle über ihre eigenen Logistikaktivitäten, bzw. erfreuen sich viele einer gut funktionierenden Logistikkette. Für die Schaffung eines Biomassehofes verschaffen bestehende Handelsnetzwerke sowie eigene logistische Kapazitäten einen großen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz.

Agrarindustrien produzieren Nebenprodukte, die für die Produktion von Biomassefestbrennstoffen verwendet werden können. Auch dies bietet einen Wettbewerbsvorteil da durch eine derartige Verwertung von Nebenprodukten mehr Unabhängigkeit im Vergleich zu anderen Biomassezentren, die sich auf externe Anbieter verlassen müssen, garantiert werden kann.

Die Agrarindustrien produzieren bereits Biomassereststoffe.

Agrarbetriebe haben starke Handelsbeziehungen zu Lieferanten und Kunden, die in Zukunft Lieferanten und Kunden von Biomasse werden könnten.

Agrarische Reststoffe die in vor- und nachgelagerten Prozessen in agroindustriellen Anlagen anfallen, bieten eine hervorragende Möglichkeit um mit neuen Geschäftsaktivitäten in den Bereichen Aufbereitung und/oder Vertrieb zu beginnen. Agrarbetriebe haben bereits Handelsbeziehungen mit Bauern, die den Betrieb mit landwirtschaftlichen Rohstoffen versorgen, und mit Kunden, die die transformierten, landwirtschaftlichen Endprodukte kaufen. Im Vergleich zu herkömmlichen Biomassehändlern befinden sich Agrarindustrien in einer einzigartigen und strategisch vorteilhaften Position. Dadurch hat die Agrarindustrie Wettbewerbsvorteile in der Beschaffung von landwirtschaftlichen Reststoffen, durch günstige Verträgen mit ihren Lieferanten und Kunden.

Agrarindustrien sind umgeben von Feldern, Wäldern oder anderen Agrarbetrieben die als Ausgangspunkt für eine mögliche Angebotserweiterung dienen können.

Nicht nur Handelsbeziehungen, sondern auch der Besitz von Biomassereststoffen ist von Vorteil für die Agrarindustrie. Möglicherweise werden neue, zusätzliche Biomasseressourcen entdeckt, die es der Industrie ermöglichen, ihr Angebot zu erweitern und die Qualität ihrer Produkte zu steigern.

Eine Anpassung in Richtung Verwertung und Transformation von Biomasse, um schlussendlich ein qualitativ hochwertiges Produkt auf den Markt bringen zu können, muss in Einklang mit den derzeitigen Arbeitsprozessen gebracht werden. Das Thema der Produktqualitätsanforderungen ist für die Agrarindustrie von großer Bedeutung und bereitet vielen Sorge, denn es gilt Biomassequalitätsvorschriften zu befolgen und sich den Anforderungen von Gütesiegeln und der Marktnachfrage entsprechend anzupassen. Doch aus einem anderen Blickwinkel betrachtet kann erkannt werden, dass auch bereits im Rahmen der ursprünglichen landwirtschaftlichen Tätigkeit eine Vielzahl an

PAC- Qualitätsanforderungen für Biomasseprodukte, aber auch Lebens- und Futtermittelrecht sowie Anforderungen und Ansprüche vonseiten des Marktes bereiten der

Anforderungen erfüllt werden muss. Eine Umstellung auf Biomasseproduktion ist im Grunde nur eine Verlagerung desselben Schemas auf eine Parallelebene.

Agrarindustrie und den Bauern Sorge.

Agrarische Biomassehöfe können Nachhaltigkeit fördern, wenn sie auf landwirtschaftlich ungenutzte Ressourcen setzen.

Für landwirtschaftliche Reststoffe, die durch Erntearbeiten und Verarbeitung entstehen, findet sich nicht immer ein lokaler Markt. So ist es nicht unüblich, dass z.B. Ölkuchen zum Objekt internationalen Handels werden, besonders in Spanien. Lokale Konsumenten könnten Verwendung für Holzpellets finden, die möglicherweise aus anderen Regionen des Landes, aus EU Mitgliedsstaaten oder sogar aus anderen Kontinenten importiert werden. Agrarbetreiber können eine bedeutende Rolle in der Beschaffung, Verarbeitung und Kombination von landwirtschaftlichen Reststoffen zu Pellets oder anderen Produkten spielen. Agrarindustrien haben daher das Potenzial, regionale Märkte weiter zu fördern.

2.1. Synergien durch den agroindustriellen Sektor

Jene Agrarindustrien, die in der Produktion Lebens- und Futtermitteln (Dehydrations-, Trocknungs- und Röstindustrien) und landwirtschaftlichen Verarbeitungserzeugnissen (Mehl, Wein, Zucker, Olivenöl, Tierfuttermittel, etc.) tätig sind haben bei weitem die größte Synergie mit dem Biomassesektor. SUCELLOGs Analyse der europäischen agroindustriellen Rahmenbedingungen haben einige spezifische Synergien zwischen mehreren Sektoren der Agrarindustrie zum Vorschein gebracht. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** zeigt jene Synergien zwischen den Leerzeiten der Anlagen und der Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Reststoffen. Die europäische Realität erweist sich als sehr vielfältig. So wurden als Orientierungshilfe jene Kästchen mit Streifen versehen, die die variierenden Leerzeiten repräsentieren – also jene Leerzeiten, die vom jeweiligen Land und den Kulturen abhängig sind. Spezifische Analysen zu den Ländern Spanien, Italien, Frankreich und Österreich sind dem SUCELLOG Bericht 3.2 (erhältlich auf Englisch sowie in den jeweiligen Landessprachen) zu entnehmen

Tabelle 1 : Synergien zwischen den Leerzeiten der Agrarindustrien (grün) und der saisonalen Verfügbarkeit von Kulturen (braun)

LEERZEITEN	Jän	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Grünfütterrocknung												
Futtermittelproduzenten												
Getreidetrocknung												
Reistrocknung												
Tabakrocknung												
Destillerie												
Zucker Industrie												
Oliventrestreerindustrie												
Getrocknete Früchte												
VERFÜGBARKEIT KULTUREN												
Futtermittelreststoffe												
Getreidestroh												
Sojastroh												
Rapsstängel												
Maisstroh												
Maisspindeln												
Spreu und Silostaub aus Getreidetrockner												
Reishülsen												
Hülsen und Reststoffe von Ölsaat												
Tabakreststoffe												
Destillierreststoffe												
Rübenschnitzel												
Rebschnitt von Wein												
Olivenschnittabfälle												
Fruchtsaatschnittabfälle												
Steinobstschnittabfälle												
Trockenfruchtschnittabfälle												
Zitrusgewächs-Schnittreste												
Weinstock-Ölsaatkuchen												
Traubentrester, -stängel												
Traubenkerne												
Olivkerne												
Oliventrestreer												
Nussschalen												

Leerzeiten der Anlagen



Ernte- und Verarbeitungsperioden von Biomasse



Grünfütteretrocknung:



Abbildung 3 :
Trommeltrockner – Luzéal
- Frankreich



Trocknungsanlage (hauptsächlich in Frankreich und Spanien) nutzt.

Der Grünfütteretrocknungssektor hat eine lange Leerzeit von 6 Monaten (von November bis schätzungsweise April) und besitzt kompatibles Equipment für die Produktion von fester Biomasse (horizontale Trockner, Pelletierer und Silos). In Frankreich werden Anlagen üblicherweise das ganze Jahr über verwendet, da die Industrien andere Materialien als Grünfütteretrocknen um etwas Vielfalt in ihre Aktivitäten zu bringen (Zuckerrüben, Weinreststoffe). Manche Anlagen werden sogar zur Holzpelletproduktion verwendet. Es kommt hinzu, dass in einigen Fällen die Agrarindustrie selbst als Konsument von Biomasse auftritt, der diese Biomasse als Brennstoff zur teilweisen oder gar vollständigen Deckung des Heizungsbedarfs der

Bei der Grünfütteretrocknung fallen keine wichtigen Biomassereststoffe an, weder in der Ernte, noch in der Verarbeitungsphase. Das bedeutet, dass Rohmaterialien für die Produktion von fester Biomasse zugekauft werden müssen. Letzteres stellt allerdings kein wesentliches Problem dar, denn oft haben diese Betriebe auch eine Getreidetrocknung (besonders in Spanien), wodurch der Zugriff auf Reststoffe, die während der Ernte und Verwertungsphasen anfallen (z.B. Mais, Weizen, Gerstenstroh und Getreidestaub), erleichtert wird.

Futtermittelproduzenten:

Diese haben üblicherweise keine langen saisonalen Leerzeiten. Futtermittelproduzenten besitzen eine Vielzahl an verschiedenen, geeigneten Anlagen, die auch für neue Aktivitäten verwendet werden können, wie z.B. Pelletierer, Silos für die Lagerung, Sieb- sowie Hackmaschinen.



Abbildung 4 :
Futtermittelpelletierer - Progeo
Masone - Italien

Getreidetrocknungsanlagen (Wintergetreide und Mais):



Aus einem technischen Standpunkt betrachtet verfügt dieser Sektor über großes Potenzial, einen Biomassehof zu schaffen, da er eine Leerzeit von rund 8 Monaten aufweist, abhängig von Land, Kultur und von kulturspezifischer Vielfalt (von Februar bis Oktober in Spanien, Jänner bis Juli in Frankreich, Oktober bis Mai in Italien oder Jänner bis September in Österreich). Das Equipment umfasst meistens Anlagen wie Trockner (hauptsächlich vertikal), Siebanlagen und Silos für die Lagerung. Allerdings können die Trocknungsanlagen in vielen Fällen nicht für die Trocknung von anderen Rohmaterialien als den vorgesehenen verwendet werden, da diese nur mit granulierten Materialien

Abbildung 5 :
Getreidetrocknung -
SAT el Cierzo - Spanien

(z.B. Olivenkerne) kompatibel sind. Sollte daher Interesse an der Schaffung eines Biomassehofes bestehen, so müssen definitiv Investitionen in passende Trocknungsanlagen getätigt werden. Es wurde festgestellt, dass diese Industrien mit der Verwendung von Biomasse als Brennstoff für ihre Verfahren vertraut sind.

In Bezug auf die Verfügbarkeit von Rohmaterial für einen möglichen Biomassehof ist erwähnenswert, dass Getreidetrocknungsanlagen in Gegenden mit großen Getreideanbauflächen platziert werden. Bauern, die das Getreide zur Trocknung in den jeweiligen Anlagen bereitstellen, produzieren auch eine signifikante Menge an Stroh, das hauptsächlich als Viehfutter, Einstreu und als Pilzsubstrat Verwendung findet. Abhängig vom Jahr gibt es große Mengen an Stroh, die nicht am Markt vertrieben werden können und stattdessen am Boden bleiben. Die Agrarindustrie selbst produziert keine bedeutenden Mengen an Reststoffen, sondern lediglich Bruchkorn und Getreidestaub. Diese werden normalerweise kostenfrei als Futtermittel an Züchter weitergegeben.

Maisspindeln gewinnen in Österreich immer mehr Bedeutung als Biomasseressource für Verbrennung. Üblicherweise werden die Maisspindeln am Boden zurückgelassen, aber durch die Entwicklung einer speziellen Maschine können diese nun aufgesammelt werden. Ein herkömmlicher Mähdrescher hat das Potenzial, Maiskörner als auch die Spindeln zu ernten. Es finden sich zahlreiche Mähdreschermodelle am Markt, die beide Funktionen verkörpern, aber meist ist ein gewisser Umbau nötig, um die beiden Funktionen vollständig ausführen zu können.



Abbildung 6 :
Maisspindel-trocknung-
Tschiggerl Agrar GmbH -

Reistrocknungsanlagen:

Die Reistrocknungsindustrie hat eine Liegezeit von rund 9 Monaten (von Dezember bis ca. August) in Spanien und Italien und verwendet hauptsächlich vertikale Trockner. Ähnlich den Getreidetrocknungsanlagen weist auch die Reistrocknungsindustrie interessante Synergien auf, die Potenzial zur Schaffung eines Biomassehofes haben.

Der Reststoff Stroh wird in dieser Industrie in den wenigsten Fällen geerntet. Ein Grund dafür sind die auftretenden technischen Schwierigkeiten, die die Arbeit auf wassergesättigten Böden, auf welchen Reis angebaut wird, mit sich bringt. Außerdem ist Reisstroh nur von geringer Bedeutung als Futtermittel, aufgrund der schweren Verdaulichkeit und dem großen Anreicherungs- bzw. Aufbereitungsbedarf. Obwohl die Zurücklassung von Reisstroh auf dem Boden anaerobe, organische Zersetzung (die wiederum zu CH₄ Emissionen führt) und Schädlingsausbreitung zur Folge haben könnte, liegt die treibende Kraft hinter der Zurücklassung hauptsächlich in technischen und wirtschaftlichen Gründen, aus denen heraus Reisstroh üblicherweise nicht geerntet wird.

Tabaktrocknungsanlagen:

Die Tabak-Agrarindustrie ist grundsätzlich das ganze Jahr über aktiv, allerdings haben deren Trocknungsanlagen eine Liegezeit von 7 Monaten in Italien (Jänner bis August), 8 Monate in Spanien (Dezember bis August) und bis zu 9 Monate in Frankreich (von Oktober bis Juli). Im Rahmen des Tabakanbaus werden auch Stängel produziert, die nach der Ernte auf dem Boden zurückbleiben, die jedoch Potenzial als Biomassequelle haben. In Ländern wie Spanien ist der Sektor sehr vertraut mit Angelegenheiten, die Biomasse betreffen, da die meisten Tabaktrocknungsanlagen Biomasse für ihre Prozesse verwenden.

Die Synergie dieser Industrien aufgrund von technischen und nicht-technischen Beschränkungen begrenzt. Einerseits besteht das Problem, dass die jeweiligen Trocknungsanlagen nicht für die Trocknung von Biomasse geeignet sein könnten. Andererseits können gesetzliche Beschränkungen oder die Anforderungen der internationalen Kundschaft (Zigaretten- und Zigarrenproduzenten) die Nutzung von Trocknungsanlagen für andere Materialien als Tabak verhindern.

Weinsektor (Keller und Destillieren):

Destillieren besitzen Equipment (horizontale Trockner), die mit der Produktion von fester Biomasse kompatibel sind. Die Liegezeit dieser Trocknungsanlagen dauert von Mai bis September/Oktober in Frankreich, von April bis Dezember in Italien (8 Monate) und von Juni bis Oktober in Spanien (4 Monate). Die Weinindustrie hat leichten Zugang zu landwirtschaftlichen Reststoffen wie Schnittreste oder agroindustrielle Reststoffe, die während der Wein- und Destillaterzeugung entstehen. Zwar werden Schnittabfälle noch meistens verbrannt oder am Boden zurückgelassen, aber eine vermehrte Nutzung als Biomassequelle ist zu beobachten. Die Reststoffe aus dem Destillationsprozess werden als festes Futtermittel verkauft oder für die Produktion von Biogas verwendet. In Spanien werden die Reststoffe als Dünger genutzt, stehen aber auch als feste Biomasse zur Verfügung.

Produktion von fester Biomasse



Abbildung 7 : Santa Maria La
Palma Weinkeller - Italien

Zuckerindustrie:

Die Zuckerindustrie weist eine Liegezeit von Jänner bis Oktober in Spanien (9 Monate), von Februar bis September in Österreich und Frankreich (7 Monate) und von November bis Juli in Italien (8 Monate) auf. In dieser Industrie werden Anlagen verwendet, die auch für die Erzeugung von fester Biomasse geeignet sind, wie z.B. horizontale Trocknungsanlagen und Pelletierer. Dieses Equipment wird üblicherweise dazu genutzt, anfallende Nebenprodukte (z.B. Zuckerrübenschnitzel) in haltbare Materialien, die sich als Futtermittel eignen, umzuwandeln. Aufgrund der Nutzung für die Verarbeitung von eigenen Nebenprodukten müssten weitere Prozesse für die Produktion von Biomasse ausgelagert werden.

Ölgewinnungsindustrie:

Ölgewinnungsindustrien spezialisieren sich auf Raps- und Kürbiskerne in Österreich, auf Raps- und Sonnenblumenkerne in Frankreich und sind das ganze Jahr aktiv. Die Anlagen umfassen Pressen und Silos in Österreich und Frankreich, wobei in Frankreich Trocknungsanlagen zusätzlich hinzukommen. In der Produktion von Öl aus Ölsaat fallen Ölreste und Presskuchen als Reststoffe an. Diese sind sehr proteinhaltig und werden üblicherweise als Tierfuttermittel weiterverkauft. Die am Feld anfallenden Reststoffe, wie Raps- und Sojastroh, werden entweder als Futtermittel verwertet oder am Boden zurückgelassen, d.h. diese Strohreststoffe könnten zu fester Biomasse weiterverarbeitet werden.

Der Olivenölsektor verfügt über Ölmühlen und Öltresterextraktionsindustrien. Die Reststoffe, die in Ölmühlen anfallen, sprich die Olivenkerne, werden zurzeit als feste Biomasse weiterverkauft, während Öltrester mehreren Zwecken dient, wie z.B. der Biogasproduktion, als Tierfuttermittel oder als Energierohstoff. Ölkuchen müssen sich erst einem Trocknungsverfahren unterziehen, um ebenfalls für eine derartige Weiterverwendung geeignet zu sein. Während der agrarischen Phase produzieren Olivenhaine signifikante Mengen an Schnittabfällen, die eine nahezu ungenutzte Energiequelle darstellen.

Öltresterextraktionsindustrien besitzen horizontale Trocknungsanlagen und Pelletierer. Die Trockner sollen den Feuchtigkeitsgehalt der frischen Olivenkuchen reduzieren, um in einem nächsten Schritt die Ölextraktion durch Lösungsmittel zu ermöglichen, während der Pelletierer anfallende Reststoffe zerkleinert. In Italien und Spanien können die eigenen Reststoffe in den Anlagen wiederverwertet werden. Aufgrund ihrer langen Liegezeit von bis zu 8 Monaten (April bis November) eignen sich Öltresterextraktionsindustrien als Biomassehöfe.



**Abbildung 8 : Lager - Agricola Latianese
Olivenölextraktion - Italien**

Nussindustrie:

In Spanien ist der Sektor das ganze Jahr aktiv, allerdings befinden sich die Trockner von Dezember bis ungefähr August (9 Monate) in Liegezeit. Unter all den Anlagen, die sich im Besitz der Nussindustrie befinden, eignen sich Trockner am besten für die Produktion von fester Biomasse – abgesehen von Silos und Handling Systemen. Die Nussindustrie produziert Nusschalen von September bis Juni, die einen äußerst wertvollen Reststoff für die Produktion von fester Biomasse, wofür sie heutzutage auch genutzt werden, darstellen.

2.2. Durchführung – Schlüsselfaktoren und Herausforderungen

SUCELLOG schlägt drei Bedingungen vor, unter denen eine Agrarindustrie einen Biomassehof errichten kann:

1. Ausreichende Kapazitäten für die Ausführung von Biomasseprozessen sind von essentieller Bedeutung. Sollten die bestehenden Anlagen nicht mit den Biomasserohstoffen kompatibel sein, so müssen die betroffenen Industrien entsprechende Kosten auf sich nehmen, um neues Equipment akquirieren und neue Prozesslinien aufbauen zu können. Dies führt dazu, dass Synergien nicht sehr klar erscheinen und dass Kosten und Risiken der Investition steigen. Finanzielle Kapazitäten können in diesem Fall Schwierigkeiten bereiten.
2. Die Möglichkeit der Nutzung gleicher Anlagen ohne Risiken der Verschmutzung muss gegeben sein. Diese Thematik bezieht sich hauptsächlich auf die Produktion von Tierfuttermittel oder auf den Konsum durch Menschen (z.B. bei Tabak). Die Regelungen und verfahrensrechtlichen Instrumente betreffend EC/219/2009 müssen befolgt und erfüllt werden. Aber abgesehen von diesen Richtlinien gibt es vonseiten der EU keine weiteren Beschränkungen. In manchen Regionen oder Mitgliedsstaaten der EU sind möglicherweise bestimmte limitierende Regelungen zu befolgen, jedoch gibt er zurzeit keine Bestimmungen, die generelle Verbotsvorschriften aufweisen.
3. Die Komptabilität der Saisonalität mit anderen Biomasseressourcen muss auf die Anlage zutreffen. Die Verfügbarkeit von ausreichenden Mengen an Biomasse zu wettbewerbsfähigen Preisen ist ein Muss für die Durchführbarkeit von Biomassehöfen, die in die Abläufe einer Agrarindustrie integriert werden. Daher ist eine Übereinstimmung von saisonaler Biomasseproduktion mit den Liegezeiten der Agrarindustrie von großer Wichtigkeit.

2.3. Erfolgreiche Fallbeispiele

Es gibt bereits einige erfolgreiche Beispiele, die die Initiative ergriffen haben, ihre Einrichtungen zur Behandlung und Vermarktung von fester Biomasse anzupassen. Eine kurze Beschreibung dieser ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Im dritten Handbuch, das im Rahmen von Sucelloq erstellt wird, werden diese Fallbeispiele umfassender dargestellt.

Daniel Espuny S.A.U.	Ölgewinnungsindustrie
Ort	Durch die Aktivität des Logistikzentrums, konnte die Firma den Mitarbeiterstand von 20 Vollzeitzeitarbeitern halten.
Linares (Spain)	Im Laufe der letzten 12 Jahre wurden der Trockner und der Pelletierer erneuert. Des Weiteren wurde auch eine Mühle für die zerkleinerte Biomasse und ein Sieb angeschafft. Ein Teil der Investmentkosten wurde auch für Bauarbeiten (Anpassung der Anlieferung durch die LKWs und für den Lagerplatz) verwendet.
Laufzeit	Die Bearbeitung von Biomasse findet vor allem in der Ruhezeit des Unternehmens statt, obwohl der Handel damit das ganze Jahr stattfindet.
12 Jahre	Die Anlage produziert Oliventrester und Zellstoffpellets und Olivenkerne. Ein Teil des produzierten Biomassebrennstoffs wird durch die Agrarindustrie selbst verbraucht, während der Rest in erster Linie an Großkunden, die Kalkindustrie und an Biomassehändler verkauft wird.
Verarbeitungskapazität	
60 kt/yr Olivenöltrester	
Ruhezeit	
Juli - November	
Investition	
1 M€ (12 Jahre, Investment ist für übliche Aktivitäten und für das Biomasselogistikzentrum)	

Maistrocknung

Die Anpassung der SAT n° 5 El Cierzo Anlagen für die Biomasseverteilung war recht einfach und unkompliziert. Die meisten Investitionskosten wurden für Bauarbeiten verwendet. Für den Trockner war nur eine kostengünstige Nachrüstung erforderlich, um die frischen Olivenkerne zu trocknen. Die Firma konnte rasch mit der Vermarktung von qualitativ hochwertigen Olivenkernen beginnen. Derzeit wird der Großteil an fester Biomasse an die lokalen Bauern verkauft. Das Ziel ist aber, auch den Markt für die Beheizung von Wohngebäuden zu bedienen, um eine Kundendiversität zu erreichen.

SAT n° 5 El Cierzo

Ort

Zaragoza (Spain)

Laufzeit

2 Jahre

Produktionskapazität

4 kt/yr Mais

Ruhezeit

September-Jänner

Investitionen

0,15 M€ meist in Bauarbeiten, Nachrüstung des Trockners, Feuchtemessung und automatische Absackung

Ile-de-France Sud

Ort

Etampes (France)

Laufzeit

6 Jahre

Produktionskapazität

500 Tonnen Silopellets (potential of 1,500 tons)

Ruhezeit

November - Mai

Investitionen

400.000 € für die Pelletierungslinie

Getreidetrockner

Diese Genossenschaft hat für seine Mitglieder das Getreide getrocknet. Im Jahr 2009 wurde sie gezwungen, neue Märkte für die Silorückstände zu finden und hat sich entschieden, mit Unterstützung von RAGT energy, Agropellets herzustellen. Mit der Nachbargemeinde Etampes, die Biomasse-Heizkessel installieren wollte, wurde eine Partnerschaft eingegangen. Von den 500 Tonnen agrarischer Reststoffe, die produziert wird, verwendet die Gemeinde einen Großteil für die Beheizung derer Gebäude (Schwimmbad, Schule, usw.). Der Rest wird für die eigenen Gebäude und für Kunden verwendet. Investiert wurde lediglich in eine Pelletierungslinie und in die Optimierung von Anlagen und Lagerplätzen für das Logistikzentrum.

3. Agrarische Reststoffe für die Produktion fester Biomasse

3.1. Agrarische Reststoffe: Relevanz ihrer Eigenschaften

Agrarische Reststoffe:

- Primär landwirtschaftliche Prozesse wie Ernte, Schnitt – Primärrückstände (z.B. Stängel, Stroh, Laub, Baumschnitt, Maiskolben).
- Lebensmittel und Materialbearbeitung, auch sekundäre Rückstände genannt (Olivenkerne, Siloabfall, Traubentrester) (S2biom, Cosette Khawaja, Rainer Janssen, 2014).

Idealerweise verwendet eine Agro-Industrie, die ein Biomasse-Logistikzentrum werden möchte, ihre eigenen Biomasse-Reste (Sekundärrückstände), die sie bei der Verarbeitung des agrarischen Ausgangsmaterials erhält. Sie können aber auch die Verarbeitung von primären Reststoffen von üblichen Anbietern (beispielsweise Maisstroh im Fall von Anbietern einer Maistrocknungsindustrie) oder sekundäre Reststoffe derer Kunden (z.B. Ausschuss und Nebenprodukte) übernehmen.

Um am Markt Fuß zu fassen, muss das Biomasse-Logistikzentrum sowohl die Erwartungen der Biomasse-Verbraucher in Bezug auf die Qualität erfüllen, als auch wettbewerbsfähig gegenüber anderen Biomasseressourcen sein. Biomasse-Logistikzentren sollten so konzipiert sein, dass die Produktqualität für den Endverbraucher erhalten bleibt.

Die wichtigsten Eigenschaften, die die Qualität von fester Biomasse beeinflussen sind:

- Wassergehalt;
- Aschegehalt;
- Gehalt von Stickstoff, Chlor und Schwefel;
- Heizwert;
- Ascheschmelzpunkt;
- Partikelgrößenverteilung;
- Schüttdichte;

Wassergehalt:

Der Wassergehalt im lebenden Gewebe von Pflanzen variiert im Laufe ihrer Lebensdauer. So nimmt dieser in Zeiten eines Wachstumsstops (z.B. während des Winters) oder während der Seneszenz (wie bei einjährigen Kulturen, nachdem das Korn gebildet wird) ab. Eine Pflanze im aktiven Wachstum kann einen Wassergehalt von über 60% aufweisen, während Pflanzen in der Seneszenz einen viel geringeren Wassergehalt haben (z.B. kann Weizenstroh in Mittelmeergebieten einen Wassergehalt von weniger als 20 % aufweisen).

Für die Gewinnung von Energie aus agrarischen Reststoffen, können diese bezüglich ihres Wassergehalts in zwei Kategorien eingeteilt werden: nasse Reststoffe, mit einem Wassergehalt von mehr als 60% (Nassbasis), welche durch anaerobe Vergärung für die Biogasproduktion verwendet werden können und trockene Reststoffe, die mit einem Wassergehalt von unter 60%, die besser für die Verbrennung geeignet sind.

Der Wassergehalt stellt ein wesentliches Qualitätskriterium dar und ist für den Brennwert von entscheidender Bedeutung. Frische Reststoffe, die einen hohen Wassergehalt aufweisen, sind für die energetische Nutzung in kleinen und mittleren Heizungsanlagen, wie sie in Haushalten oder kleinen Betrieben verwendet werden, nicht geeignet. Da es in der Natur keine wasserfreie Biomasse gibt, muss während der Verbrennung immer ein gewisses Maß an Wasser verdampft werden. Ein Reststoff mit niedrigem Wassergehalt hat deshalb einen höheren Brennwert als derselbe Reststoff mit einem höheren Wassergehalt. Der Wassergehalt stellt auch für die langfristige Lagerung einen Nachteil dar, da es einerseits zu Brandrisiken und andererseits durch biologische Aktivitäten zum Abbau des Materials kommen kann.

Aschegehalt:

Asche ist ein nicht-brennbarer Rückstand, der bei der Verbrennung von Biomasse entsteht. Sie verfügt über einen hohen Mineralgehalt, der als Dünger auf den Feldern verwendet werden kann. Je nach Reststoff, kann der Aschegehalt von unter 1% auf über 10 % stark variieren. Ein hoher Aschegehalt senkt den Heizwert und erhöht die Staubemissionen und die betriebliche Wartung. Zusätzlich muss die Asche auch entsorgt werden.

Der Aschegehalt der Pflanzenteile, die als Reststoff betrachtet werden, kann in der primären Biomasse so niedrig sein wie 1 oder 2 % der Gesamttrockenmasse. Dieser Aschegehalt ist normalerweise höher für den Endverbraucher, da während der Ernte, der Manipulation und den Transport Staubpartikel in das Schüttmaterial eingebracht werden.

Ascheerweichungstemperatur:

Bei einer bestimmten Verbrennungstemperatur bildet sich die Asche von Biomasse zu Schlacke und dies führt zur Bildung von Klinker¹. Diese Temperatur ist stark abhängig vom Brennstoff. Je niedriger die Temperatur, desto eher verschlackt die Asche. Agrarische Reststoffe haben, im Vergleich zu holzartigen Reststoffen eine niedrigere Ascheerweichungstemperatur. Deshalb ist für das Heizen mit diesen Materialien

¹ Klinker besteht aus geblockter Kiesel-erde und kompakten Mineralien, die sich bei der Fusion von Asche bilden. Der Ascheschmelzpunkt spielt bei der Evaluierung des Risikos für die Klinkerbildung ebenso eine Rolle, wie der Mineralstoffgehalt (Si, K, Ca, Mg...).

ein spezieller Kessel notwendig, der entweder über einen gekühlten oder beweglichen Rost oder eine automatisches Ascheentsorgungssystem verfügt.

Gehalt an Stickstoff, Chlor und Schwefel:

Neben den Staubemissionen entstehen während des Verbrennungsprozesses von Biomasse auch andere Emissionen. Die Menge dieser Emissionen (Stickstoff, Chlor und Schwefel) hängt von der Art der Biomasse, der Kesselkonstruktion und vom Betriebsmodus (Voll- oder Teillast) ab. Biomasse, die einen hohen Wert an diesen Emissionen aufweist, könnten daher Probleme mit der Emissionsgesetzgebung haben. Speziell Chlor, dessen Gehalt in krautigen Reststoffen höher ist, als in holzartigen kann zu Emissionsproblemen führen.

Heizwert:

Der Heizwert gibt an, wie viel Wärme bei vollständiger Verbrennung des Treibstoffs freigesetzt wird. Wie bereits erwähnt, hängt dieser stark vom Wassergehalt und vom Aschegehalt ab. Da der Wassergehalt einen großen Einfluss auf den Energiegehalt hat, sollte der Vergleich unterschiedlicher Biomassearten auf trockener Basis durchgeführt werden. In der Regel haben fossile Brennstoffe einen höheren Heizwert als andere Arten von Biomasse, wobei holzartige Biomasse wiederum einen etwas höheren Heizwert (auf trockener Basis) aufweist, als Brennstoffe aus agrarischer Biomasse.

Schüttdichte:

Die Schüttdichte beschreibt, wie viel Kilogramm feste Biomasse in einem Raum von einem Kubikmeter gespeichert werden kann. Feste Biomasse hat in der Regel verglichen mit fossilen Brennstoffen, eine relativ geringe Schüttdichte. Besonders lose gelagerte agrarische Biomasse wie Stroh oder Heu haben eine sehr geringe Schüttdichte, welche durch eine Pelletierung enorm erhöht werden könnte. Die Schüttdichte wirkt sich vor allem auf die notwendige Lagergröße und auf die Transportkosten aus. Feste Biomasse mit einer hohen Schüttdichte ist billiger im Transport und benötigt weniger Lagerplatz - was vor allem für die Haushalte ein wichtiges Kriterium ist.

Partikelgrößenverteilung:

Die Partikeldimension beschreibt die Form, das Volumen und die Abmessungen (Länge, Breite, Höhe), sowie die Oberflächenstruktur eines Brennstoffs. Die Partikelgrößenverteilung beschreibt die Unterscheide zwischen den einzelnen Partikelteilchen. Sie gibt an, wie sich die mengenmäßige Verteilung der feinen oder groben Partikel verhält. Durch die Partikeldimension und die Partikelgrößenverteilung kann das geeignete Kraftstoffzuführungssystem und die passende Verbrennungstechnik gewählt werden. In dieser Hinsicht können Brennstoffe, bei denen sich die Partikelgröße einzelner Teile stark vom Großteil der Menge unterscheiden, große Probleme verursachen.

Zusammenfassung der Eigenschaften von Biomasse:

Agrarische Reststoffe verfügen über unterschiedliche Eigenschaften und können daher nicht immer im gleichen Maße für die Pelletierung oder für die Verwendung in Heizkesseln verwendet werden. Diese können jedoch durch die Ernte, Manipulation, Lagerung und Vorbehandlungsprozesse modifiziert werden. In der Table 2 werden die allgemeinen Eigenschaften von mehreren primären und sekundären agrarischen Reststoffen dargestellt.

Table 2 : Generelle Eigenschaften von verschiedenen agrarischen Reststoffen

(Réseau Mixte Technologique Biomasse et Territoires, 2015) (ADEME, Avril 2013) (Kristöfel Christa, 2014)²

	Getreide- stroh	Sonnen- blumen- stängel	Raps- stroh	Weizen- spreu	Mais- stängel	Mais- spindeln	Wein- schnitt- reste	Trauben- trester	Silo- abfall- stoffe	Oliven- kerne	Oliven- trester	Raps- press- kuchen	Mandel- schalen
Nettoheizwert (MWh/t dm)	4,1 – 5,3	5	3,9	5	4,6 – 5,3	4,1 – 4,6	4,1 – 5	3,8 – 5,7	4 – 4,6	4,4	4,9 – 5,1	5,8	4,9 - 5,1
Aschegehalt (wt-% dm)	3 – 8	9 - 12	7 - 8	3,4	10 - 17	1 – 3	2,1 – 4,5	3,5 – 11	4 – 10	<1	9 - 12	6,5	9 - 12
Wassergehalt (wt-% wb)	9-15	35 - 45	13 - 14	15 - 25	15 - 18	6 – 10	15	50 – 60	10 – 12	12 – 13	35 - 45	9	35-45
Erweichungstemperatur der Asche (°C)	800-1000	1395	1425	1300	1250	900 - 1300	800 - 1500	1300	1050	-----	1310	860 - 1115	1395

In diesem Handbuch werden nur trockene agrarische Reststoffe (Wassergehalt weniger als 60 w-% -ar) beschrieben, die für die Produktion von fester Biomasse verwendet werden. Forstrückstände werden nicht behandelt.

3.2. Agrarische Reststoffe: Potential und Empfehlung

3.2.1. Primärreststoffe von einjährigem Anbau

Beim einjährigen Anbau vollenden Pflanzen ihren Lebenszyklus innerhalb eines Jahres. In den meisten Fällen stehen Statistiken zu pflanzlichen Erzeugnissen, deren Ertrag sowie Eigenschaften, da als Instrumente einerseits zur Kontrolle und Verwaltung des Marktes von Ernteerzeugnissen und andererseits der Ergebnisbewertung von landwirtschaftlichen Richtlinien in Europa dienlich sind. Im Gegensatz dazu stehen nun die landwirtschaftlichen Reststoffe des einjährigen Anbaus, die kein Gegenstand von Forschungsarbeiten sind. Diese Reststoffe können als potenzielle Quelle für Biomasseressourcen genutzt werden. An dieser Stelle sei anzumerken, dass der Biomassertrag von den oben genannten Parametern abhängt und daher variiert. Erntemethoden und lokale Präferenzen der Bauern beeinflussen nicht nur die Ertragsmenge, sondern auch die Produktionsweise (ob lose am Boden oder gepresst zu Ballen, etc.) und folglich auch Format, Dichte und die potenzielle Einarbeitung von anorganischem Material (z.B. Schmutzpartikel und Staub).

In Bezug auf getrocknete, agrarische Reststoffe des einjährigen Anbaus bildet die Einarbeitung in Böden ein wesentliches Thema. Für Böden mit geringem Anteil an organischer Substanz könnte eine Einarbeitung von Biomasse einerseits zu einer Verbesserung der Bodenbeschaffenheit führen und andererseits würde die zu entfernende Menge limitiert sein und somit keine Fruchtbarkeits- oder Eigenschaftseinbußen mit sich bringen. Des Weiteren zählt der Einarbeitungsprozess von landwirtschaftlichen Reststoffen zu einer der CAP Umweltauflagen für den einjährigen Pflanzenanbau, was dazu führt, dass Bauern möglicherweise nicht aus auf Wettbewerb ausgerichteten, sondern aus umweltbedingten Gründen ihre Böden mit Biomassereststoffen düngen.

Schätzungen zufolge stehen in der EU rund 120 Millionen Tonnen an Erntereststoffen, die einst als nicht verfügbar galten, für die Erzeugung von Bioenergie, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowie für die Verbesserung der Bodenbeschaffenheit zur Verfügung (Chris Malins, October 2013).

² Die Tabelle zeigt verschiedene Wassergehälter an. Im Fall der primären Reststoffe repräsentieren diese nicht den Wassergehalt der Pflanzen zur Erntezeit, sondern zu einem späteren Zeitpunkt in der Kette.



Maisspindeln sind das Herz von Maiskolben und ein Reststoff bei der Maisproduktion.

Sie können am Feld zurückgelassen oder für Saatzwecke geerntet werden.

Empfehlungen

Maisspindeln haben eine geringere Energiedichte als Holzbrennstoffe. Diese Eigenschaft muss bei Brennstofftransport und -lagerung, -förderungssystemen und in Bezug auf den Rost im Feuerraum beachtet werden. Aus logistischer Sicht sollten Maisspindeln als Brennstoff für lokale Energieerzeugung verwendet werden.

Maisspindeln verhalten sich in Kontakt mit mechanischen Elementen abrasiv. Daher kann eine Verbrennung ohne vorhergehende Zerkleinerung die Anlagen beschädigen.

Ungünstiges Ascheschmelzverhalten kann auftreten, was dazu führt, dass Staub- und Schmutzteilchen im Falle einer nicht angepassten Anlage die Rauchgasreinigungssysteme blockieren könnten.



Stroh ist ein landwirtschaftliches Nebenprodukt von Getreidepflanzen (Weizen, Hafer, Gerste, Reis, etc.), das aus Lignocellulose-material

(trockene Stängel, Blätter) besteht und nach der Getreidekornernte zurückbleibt.

Stroh wird zu Ballen gepresst (üblicherweise zwischen 100 und 250 kg/m³) und gelagert. Die angewandten Logistiktechnologien hinter dem Strohernteprozess sind in der Landwirtschaft bereits gut etabliert, da Stroh seit Jahrhunderten zu einem der meistgenutzten Reststoffe (z.B. als Futtermittel und Streu) zählt. Es können zwischen 3-5 t/ha produziert werden.

Je nach Region und Art der Kultur können verschiedene Arten hergestellt werden. Der Großteil wird für die Verwendung fester Biomasse für die Energiegewinnung, unter Berücksichtigung deren Eigenschaften wie Sonnenblumenstengel, Rapsstroh, Weizenspreu oder Maisstengel, verwendet. Andere primäre Reststoffe, wie Dauergründland, Heckenschnitt, Reishülsen oder Lavendel.

Empfehlungen

Die Qualität von Stroh wird stark durch das Wetter beeinflusst. Wenn Stroh bei der Ernte zu Ballen gepresst wird, darf ein Feuchtigkeitsgehalt von 20 wt-% nicht überschritten werden, um Schimmelbildung und Fermentierung (Erhöhung der Brandgefahr während der Lagerung) zu vermeiden. Freilagerung ist zwar billiger, kann aber die Qualität der Ballen durch Wettereinflüsse verringern.

Das Vorhandensein von Chlor und Alkali in Stroh bringt Nachteile mit sich. Diese Elemente führen zur Bildung von korrosiven Molekülen für Boiler und Rohre.

Für eine Umwandlung in Energie werden aufgrund der der niedrigen Erweichungstemperatur der Asche (Schlackenbildung) möglicherweise spezielle Anlagen benötigt.

3.2.2. Schnittabfälle als Primärreststoffe von Dauerkulturen



Weinschnittabfälle sind ein Reststoff des Weinbaus. Weinreben werden jedes Jahr im Winter geschnitten. Die

Produktion ist abhängig von klimatischen Bedingungen und Bodenverhältnissen, von der Agronomie sowie von der Weinvielfalt und -dichte des Weinbergs. Weinschnittabfälle produzieren im Durchschnitt Biomasse zwischen 1 und 2 t/ha in Form von trockenem Material. Diese können nun aufgesammelt werden, häufiger aber werden die Reststoffe geschreddert und als organische Substanz am Boden zurückgelassen.

Andere Dauerkulturen wie z.B. Oliven, Trockenfrüchte und Obstanbau, produzieren ebenfalls Biomasse in Form von Schnittabfällen. Der Biomassertrag pro Hektar variiert und ist abhängig vom Kulturtyp, von der Anbauintensität sowie von Klima und der Art der Schneidearbeit. Da, wie bereits erwähnt, die Schnittrestproduktion sehr variiert, kann der Ertrag jährlich zwischen 0,5 und t/ha betragen.

Empfehlungen

Weinschnittreste haben einen höheren Aschegehalt als Holz, aufgrund ihres hohen Anteils an Rinde und Schmutzpartikeln. Es ist auch möglich, dass Schwermetalle von Pestiziden (z.B. Zink, Kupfer und Arsen) in den Verbrennungsprozess miteinbezogen werden und daher Rauchgase freisetzen oder in Asche eingeschlossen werden. Aus diesem Grund muss die, durch Verbrennung entstandene Asche, vor ihrer Verteilung am Boden genau analysiert werden.

Aufgrund des hohen Wassergehalts wird eine Lagerung ohne vorhergehende Trocknung nicht empfohlen, da dies zu Fermentationsproblemen führen kann (siehe Kapitel 4). Die Reste können lose am Boden bis April getrocknet werden und anschließend einfach behandelt und gelagert werden. Die Heizkessel müssen auch in der Lage sein, die Verbrennung von erheblichen Mengen an Schmutzpartikeln, die an den Schnittresten haften, und kleinen Steinen zu bewältigen.

3.2.3. Sekundäre Reststoffe von industriellen Prozessen

Sekundäre landwirtschaftliche Reststoffe sind Nebenprodukte der industriellen Prozesse. Ihre physiochemischen Eigenschaften und ihre Verfügbarkeit (Qualität, Saisonalität) hängen zum einen von den Rohmaterialien und zum anderen vom industriellen Prozess selbst ab. Sekundäre Reststoffe sind einfacher generieren als primäre, weil sie direkt am Verarbeitungsstandort anfallen.



Der feuchte **Traubentrester** entsteht während des Traubenverarbeitungprozesses und enthält

hauptsächlich Traubenhaut, Traubentängel und Samen. Der Ertrag beträgt zwischen 18 - 23 kg/ 100 l Wein.

Empfehlungen

Der hohe Anteil an Stickstoff kann zu Emissionen von NO_x und Partikeln führen. Der Aschegehalt ist zudem recht hoch und im Verbrennungsprozess kann es zur Schlackenbildung und Emission von Partikeln inklusive anorganischer Verbindungen von Kupfer, Chrom und Sulfur kommen.

Das Material neigt dazu, sich nach einigen Monaten durch Fermentierung abzubauen, was zu einer Reduktion des Energiegehalts führt.



trocknung und -lagerung einfach eingesammelt werden.

Diese Siloabfälle werden als Tierfuttermittel (nicht in Form von losem Puder, sondern als granuliertes Material) verwendet oder in der Industrie zur Trocknung von Samen verbrannt werden. Es sammelt sich eine Materialmenge von schätzungsweise 0,5 – 2 t/ha an.

Siloabfallstoffe bestehen aus einem Nebenprodukt der Distribution und Verarbeitung von Getreidekörnern, beschädigten Körnern und Samen, Getreidestaub, etc. Die Nebenprodukte können während der Prozesse betreffend Getreidelieferung, -

Empfehlungen

Diese Biomasse hat einen hohen Aschegehalt und beinhaltet eine signifikante Menge an Stickstoff, Schwefel und Chlor, was zu Emissionen von NO_x, SO_x und Feinstaub führt. Der Kalziumgehalt hingegen ist niedrig.

Siloabfallstoffe haben nur eine geringe Dichte, die es bei logistischen Angelegenheiten zu berücksichtigen gilt.



wird geschätzt, dass die Kerne ein Gewicht von rund 20% des Gesamtgewichts der Frucht selbst haben.

Olivenkerne, die Samen der Steinfrucht, sind feste Reststoffe, die während des Olivenölverarbeitungsprozesses anfallen, mit ähnlichen Eigenschaften wie Holzpellets. Spanien gilt als der Hauptproduzent in Europa. Es

Empfehlungen

Bevor Olivenkerne als Biobrennstoff genutzt werden können, müssen sie gereinigt und getrocknet werden, um den Chlor- und Sulfurgehalt im Trester zu reduzieren. Danach können sie ohne Probleme in einem Silo bis zu ihrer Verbrennung gelagert werden.

Andere sekundäre Reststoffe sind Oliventrester, Traubensamen, Zuckerrübenschnitzel, andere Trockenfruchtschalen, Faserabfälle, etc. Die meisten produzierten Reststoffe der Agrarindustrien werden am Tierfuttermittel- und Kompostmarkt vertrieben und werden angesichts ihrer Eigenschaften auch für industrielle und chemische Prozesse sowie zur Erzeugung von Wärme, Strom oder Biogas verwendet.

3.3. Der Produktionsprozess der festen Biomasse aus agrarischen Rückständen

Das Ziel von Biomasse Logistikketten ist die Produktion von qualitativer Biomasse für den Endverbraucher. Daher beginnt die Konfiguration von Biomasse-Logistikketten bereits mit der Identifizierung der Rohstoffe und mit der Erhebung der Bedürfnisse der Endverbraucher (siehe Spezifikation von fester Biomasse in Kapitel 4). Welche im Endeffekt von einem Unternehmen umgesetzt werden, hängt einerseits von der eigenen Investitionskapazität des Unternehmens, den Eigenmitteln und den bereits bestehenden Anlagen oder andererseits von den Kapazitäten anderer externer Unternehmen ab, die diese Dienstleistung übernehmen könnten. Es sind auch mehrere Optionen möglich (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2015).

Aufgrund der Vielfalt der Biomasse Rohstoffe, der Auswirkungen der Logistik auf den Endpreis und die unterschiedlichen Endverbraucher muss jede Logistikkette individuell betrachtet werden. Die beschränkte Verfügbarkeit von Biomasse muss auch mit berücksichtigt werden: die Logistikkette muss unter dem Aspekt der Saisonalität und der Lagermöglichkeit betrachtet werden. Die endgültige Eigenschaft der Biomasse wird letztendlich von der Manipulation und der Vorbehandlungsmethoden bestimmt. Die wichtigsten Schritte in

- 1) **Ernte:** die Ernte ist der erste Schritt in der Logistikkette. Abhängig von der Erntemethode (z.B. Stroh ganze Getreideernte), werden die agrarischen Reststoffe in unterschiedlicher Größe und Qualität vorgefunden. Die Qualität kann aufgrund der Bodenbeschaffenheit oder von Wettereinflüssen signifikant variieren.
- 2) **Transport:** der Transport von Biomasse erfolgt in zwei Stufen: zuerst vom Feld zu einem Lagerplatz oder gleich zur Weiterverarbeitung, dann vom Lagerplatz zum Endverbraucher. Der erste Transport ist meist von kurzer Distanz und daher von größerer Flexibilität. Für die zweite Stufe des Transportes sind die Distanzen und auch die Lastkraftwagen meist größer. Die Auswahl der erforderlichen Maschinen für den Transport und das Be- und Entladen hängt stark von der Beschaffenheit des Materials ab (z.B. loses Material, Ballen), deren Dichte nach der Verarbeitung, der Lieferdistanz und der existierenden Infrastruktur ab (Biomass Energy Center, 2015).
- 3) **Vorbehandlung:** bei gewöhnlichen Endverbrauchern sind Pellets und Chips die am häufigsten nachgefragten Formate. Deshalb sind die am weitesten verbreiteten Vorbehandlungsmethoden Zerkleinerungsprozesse (Hacken), Trocknung und Pelletierung. Die Hauptursache für die Vorbehandlung ist eine Verbesserung der Eigenschaften der Biomasse, um die nachfolgende Manipulation, Lagerung, Transport oder Verbrennung zu erleichtern (Foday Robert Kargbo, 2009) (Biomass, 2013).
 - **Partikelgrößenreduktion:** Hacken und mahlen sind zwei notwendige Schritte, um große Materialien wie Stroh oder Äste in ein für Kesseltaugliches Material zu verwandeln. Das Mahlen ist vor allem vor der Pelletierung notwendig, ausgenommen es handelt sich bereits um sehr feines, pulvriges Material.
 - **Trocknung :** um den Heizwert zu verbessern, ist es hilfreich, den Wassergehalt der Biomasse zu reduzieren. Außerdem trägt die Trocknung zu einer Reduktion von einer Wertstoffminderung während der Lagerung bei. Der Trocknungsprozess kann sowohl in Stapeln auf befestigten Böden, oder in Buchten gelegt, bekannt als natürliche Trocknung stattfinden. Dafür werden einige Wochen benötigt und der Wassergehalt erreicht gewöhnlich nicht unter 20 %, ausgenommen in Gegenden mit einem sehr trockenen Klima. Für eine schnellere Trocknung kann die industrielle Trocknung verwendet werden, was in Agro-Industrien weitgehend üblich ist.
 - **Pelletierung:** ist der Prozess, bei dem Rohstoffe in Pellets gepresst werden, die 10mal dichter sind, als das lose Ausgangsmaterial. Das Verhalten von Biomasse bei der Pelletierung hängt von vielen Faktoren ab: Beschaffenheit (Struktur) des Materials, Partikelgröße, Wasser- und Mineralstoffgehalt. Nicht alle Biomassearten eignen sich für die Pelletierung. In diesen Fällen ist die Beimischung eines Zusatzes notwendig. Manchmal ist zur Erreichung eines qualitativ hochwertigen Pellet eine Mischung verschiedener Materialien notwendig.
- 4) **Lager:** ausreichend Lager für die Biomasse ist nötig, um Unterschiede in der Produktionszeit und der Nachfrage durch die Konsumenten auszugleichen (Biomass Energy Center, 2015). Das Lager muss an die Art der Biomasse (Format, Wassergehalt) angepasst sein, was aber mit Kosten verbunden ist. Feste Biomasse hat eine relativ geringe Energiedichte, daher wird ein großes Lagervolumen benötigt. (The Energy Crops Company, September 2007). Das Lager muss auch so ausgerichtet sein, dass eine einfache Manipulation, Weiterverarbeitung und Auslieferung des Reststoffs möglich ist (BioEnergy Consult, 2015).

4. Qualitätsvoraussetzungen am Biomassemarkt

4.1. Markt für feste Biomasse

In Europa wird feste Biomasse für das Heizen, Kühlen und für die Stromproduktion verwendet. Private Haushalte, Gemeinden, Industrien und Bauernhöfe sind potenzielle Konsumenten von Biomasse.

Üblicherweise werden die Spezifikation von Biomasse durch die Konsumenten mitbestimmt, da diese entsprechend ihrer Heizsysteme einkaufen. Die erforderliche Qualität basiert auf den Eigenschaften, auf die bereits im Kapitel 3 näher eingegangen wurde. So kann zum Beispiel ein bestimmtes Format (Größe, Partikelverteilung), der maximale Wasser- und Aschegehalt oder ein Schwellenwert für chemische Bestandteile (Schwefel, Chlor usw.) eingefordert werden.

Qualität und Zahlungsbereitschaft gehen Hand in Hand. Je höher die Qualität und die Zuverlässigkeit von Biomasse, umso höher ist der Preis der beim Verkauf erzielt werden kann und umso besser ist die wirtschaftliche Position des Anbieters am Markt. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass nicht alle Heizsysteme mit Biomasse von niedrigerer Qualität kompatibel sind. Haushalte, Dienstleistungsbetriebe und nicht energieintensive Gewerbebetriebe sind Kunden von Biomasse von mittlerer bis hoher Qualität. Deshalb ist die Berücksichtigung der Qualität ein zentrales Thema bei der Erzeugung und dem Vertrieb von fester Biomasse.

Bedeutung der sozialen Akzeptanz

In Italien werden dunkelfarbige Pellets mit minderwertiger Qualität assoziiert. Daher ist es schwierig, einen Markt für diese Pellets zu finden. Aus diesem Grund ist es besser, helle Pellets zu produzieren.

4.2. Qualitätsstandards und Zertifizierungen

Die Erzeugung von qualitativ hochwertigen Brennstoffen aus Primär- und Sekundärbiomassereststoffen stellt eine Herausforderung dar, weil Biomasse in ihrer ursprünglichen Form bereits eine beachtliche Menge an anorganischen Verbindungen beinhaltet, im Gegensatz zu Stammholzprodukten. So ist die Erzeugung von fester Biomasse aus landwirtschaftlichen Reststoffen eher eine Seltenheit (mit Ausnahme von Olivenkernen, Mandelschalen, Oliventrester und Traubenkernen in mediterranen Ländern). Um den Großteil von potenziellen Biomassekonsumenten mit agrarischen Produkten zu adressieren, sollte eine Rohstoffmischung bzw. die Beigabe von Additiven genutzt werden, um mittel- bis hochwertige Biomassefestbrennstoffe zu erzeugen.

Der Konsum von zertifizierten Pellets kann in manchen Ländern verpflichtend sein. Zum Beispiel schreibt in Spanien ein neues Luftqualitätsprogramm die Reduktion der Verwendung von nicht-zertifizierten Biomasseprodukten in Haushalten vor. Dies soll dazu beitragen, dass Emissionen von gesundheitsschädlichen Partikeln besonders in besiedelten Gebieten

Um die Qualität von festen Biomassebrennstoffen zu verbessern hat das Standardisierungskomitee CEN TC 335 "Biogene Festbrennstoffe", beauftragt durch die Europäische Kommission, Standards zur Definierung von Brennstoffklassen, für Test und Probemethoden sowie für die Qualitätssicherung in der Lieferkette erstellt. Viele dieser Europäischen Standards wurden 2014 in den internationalen Standards der ISO TC 238 "Biogene Festbrennstoffe" übernommen. Einige andere Standards im Bereich der festen Biomasse wurden durch neue ISO Standards ersetzt. Der Fokus der Europäischen Normen lag auf der nicht industriellen Nutzung der Brennstoffe, während die internationalen Standards auch die industrielle Komponente inkludieren. Zusätzlich werden die internationalen Standards in naher Zukunft auch Biomasse aus Wasserflächen sowie die Klassifizierung von thermisch behandelter Biomasse (z.B. torrefizierte Biomasse) inkludieren.

Standards schaffen etliche Voraussetzungen, Protokolle und technische Spezifizierungen bezüglich der Brennstoffqualität. Die Standards können in folgende Bereiche aufgeteilt werden:

Tabelle 3 : Beispiele von Biomasse Standards

Thema	Europäische (EN) Standards	Internationale (ISO) Standards
Terminologie	EN 14588*	ISO 16559
Brennstoffspezifikationen und -klassen	EN 14961 Serie (6 Teile)*	ISO 17225 Serie (8 Teile)
Brennstoffqualitätssicherung	EN 15234 Serie (6 Teile)	ISO/CD 17588
Proben und Probenahme	EN 14778 und EN 14780	ISO/NP 18135 und ISO/NP 14780
Physikalische und mechanische Eigenschaften	15 Standards veröffentlicht	12 Standards in Bearbeitung
Chemische Analyse	6 Standards veröffentlicht	6 Standards in Bearbeitung

(*) Nicht mehr in Kraft

Die **ISO 17225:2014, Biogene Festbrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen** kann als der wichtigste Standard angesehen werden, wenn man in diesen Themenbereich neue Geschäftsaktivitäten plant. Der erste Teil des Standards schafft eine eindeutige und klare Nomenklatur für Eigenschaften fester Biomasse (Durchmesser, Asche- und Wassergehalt, Zusatzstoffe, etc.), was Klarheiten bei der Kommunikation zwischen Käufer und Verkäufer, sowie zwischen Produzenten und Maschinenlieferanten schafft.

ISO 17225 Teile 2-7 schaffen Klassen gemäß den unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Produkte (Holzpellets, Brikettes, Hackgut, Scheitholz, nicht holzartige Pellets, und andere nicht holzartige Brikettes). Diese Klassen dienen als Empfehlung für die Nutzung bei verschiedenen Konsumenten wie Haushalten, öffentliche Gebäude, Gewerbe sowie Industriebetriebe (bei letzteren nur für Holzpellets).

Verschiedenen Europäische Länder wie Österreich (ÖNORM M 7135), Schweden (SS 187120), Frankreich (NF Granulés), Italien (CTI - R 04/5) und Deutschland (DIN 51731 und DINPLUS) haben eigene Standards und Zertifizierungen für Pellets veröffentlicht. Eine Zertifizierung gemäß genau geregelten Standards schafft Klarheit und Vertrauen beim Kunden. Auf EU Ebene ist das ENplus Zertifikat, welche die hohe Qualität von Holzpellets garantiert entstanden. Für andere Arten von fester Biomasse gibt es momentan noch kein allgemein anerkanntes Zertifikat.

Abschließend ist es für Betriebe die in den Geschäftsbereich der festen Biomasse einsteigen wollen, wichtig zu wissen, dass man bei externen Serviceanbietern von Produktanalysen darauf achtet, dass diese gemäß den ISO Standards prüfen. Eine Liste dazu ist im Appendix 2 zu finden.

4.3. Nachhaltige Prozesse

Wie in jedem anderen Entstehenden Markt auch, muss man sich im Bioenergie-Bereich zwangsläufig gewissen Themen stellen, um langfristig erfolgreich zu sein. Eine langfristige, nachhaltige Biomasse-Aktivität sollte auch den drei Dimensionen bezüglich der Nachhaltigkeit genügen: der wirtschaftliche, der sozialen und der ökologischen Dimension. Ein nachhaltiges Produkt kann höhere Preise erzielen als beispielsweise fossile Energieträger. Außerdem ist die Nachhaltigkeit ein kraftvolles Verkaufsargument für feste Biobrennstoffe (European Commission - Directorate General for Research and Innovation - SCAR, 2014).

ÖKOLOGISCHE VORTEILE

Reduktion der Treibhausgas (Biomassebrennstoffe sind CO ₂ neutral)	Nutzung von erneuerbaren Energien und einem	Natürlicher und regionaler Brennstoff
--	--	--

	Energie-Mix ³	
--	--------------------------	--

Hinsichtlich der Umweltauswirkungen können Gesetze, besonders im Bereich der Luftreinhaltung Einschränkungen für die Nutzung von Biomasse bringen. Die Produktion eines standardisierten Brennstoffs sichert die Einhaltung gesetzlicher Rahmenbedingungen und die Zulassung am Markt.

WIRTSCHAFTLICHE VORTEILE

Höhere Autarkie bei der Energieversorgung	Reduzierte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen	Stabilere Preisentwicklungen als bei fossilen Brennstoffen
---	---	--

Nachhaltigkeit im Bereich des wirtschaftlichen Erfolgs ist erreicht wenn ein Logistikzentrum einen soliden Anteil am Markt erhält. Dazu müssen Kundenbedürfnisse befriedigt werden. Qualität, Produktionskosten und Marktpreis sind miteinander verknüpft und sind wichtig für die Entwicklung von erfolgreichen Marketingstrategien.

SOZIALE VORTEILE UND LÄNDLICHE ENTWICKLUNG

Neu Aktivität mit zusätzlicher Wertschöpfung entlang der gesamten Wertschöpfungskette	Verbesserung der industriellen Infrastruktur	Schaffung neuer Arbeitsplätze (Produktion, Logistik)	Regionale Lieferkette und Energie
---	--	--	-----------------------------------

Soziale Barrieren können ein Thema bei einem Logistikzentrum sein. Deshalb sollte darauf geachtet werden die optischen Auswirkungen, sowie die Geruchs- und Geräuschemissionen so gering wie möglich zu halten. Ebenfalls sollten Anrainer bei der Projektentwicklung mit einbezogen werden um etwaige Probleme frühzeitig zu erkennen.

Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse in der EU (European Commission, 2015)

Die Erneuerbare Energien Richtlinie 2009/28/EC legt verbindliche Nachhaltigkeitskriterien für Biotreibstoffe und Bioflüssigkeiten fest, aber nicht für feste und gasförmige Biomasse. 2011 hat die Europäische Kommission nicht verbindliche Empfehlung bezüglich Nachhaltigkeit bei Biomasse veröffentlicht (für Energieinstallationen größer 1 MW thermischer oder elektrischer Leistung). Zusammenfassung dieser nicht verbindlichen Kriterien: (European Commission, 2010)

- Verbot der Nutzung von Biomasse, welche von Flächen gewonnen wird, die aus Wald oder anderen stark kohlenstoffhaltigen Gebieten umgewandelt wurden;
- Im Vergleich zu fossilen Brennstoffen ist sicher zu stellen, dass mindestens 35 % weniger Treibhausgase entlang des gesamten Lebenszyklus (Anbau, Verarbeitung, Transport, etc...) emittiert werden. Dieser Wert steigt für neue Anlagen auf 50 % in 2017 bzw. 60 % in 2018.
- Bevorzugung nationaler Biomasse Stützungsregelungen für hocheffiziente Anlagen;
- Überwachung der Herkunft der in der EU verwendeten Biomasse zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit;

³ Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle aufgrund ihrer kurzen Nachwuchszeiten. Wenn beispielsweise Getreide verbrannt wird, nimmt das nachwachsende Getreide das freigesetzte CO₂ in kürzester Zeit wieder auf, deshalb gilt Biomasse als CO₂ neutral. Im Gegensatz dazu wurde das CO₂ in fossilen Brennstoffen wie Öl oder Kohle vor tausenden und millionen Jahren eingelagert und kann nicht wieder rückgeführt werden. Weiters, egal ob man Biomasse verbrennt oder sie natürlich verrottet, es wird immer die selbe Menge an CO₂ in die Atmosphäre entlassen.

2014 hat die Europäische Kommission einen Bericht über die Nachhaltigkeit von fester und gasförmiger Biomasse zur Wärme- und Stromproduktion veröffentlicht. Dieser Bericht beinhaltet Informationen über aktuelle und geplante EU Handlungen, um die Vorteile der Nutzung von Biomasse zu maximieren, während negative Auswirkungen auf die Umwelt vermieden werden. Dieser Bericht stellt aber wieder kein bindendes Regelwerk da.

Die aktuellen Trends zeigen, dass das Interesse an nachhaltigen Biomasse-Brennstoffen innerhalb der Europäischen Kommission steigt. Das könnte künftig zu bindenden Richtlinien für Produzenten von Biomasse-Brennstoffen führen.

Kernbotschaften

Dieses Handbuch wurde für Agrar-Betriebe ausgearbeitet, die daran interessiert sind eine neue Geschäftsaktivität als Biomasselogistikzentrum aufzunehmen. Es zeigt wichtige Basisinformationen, die im Rahmen des Projekts SUCELLOG für wichtig erachtet werden, um Agrar-Betrieben, welche im Bereich der festen Biomasse noch wenig Erfahrung haben zu helfen. Vorm allem in den Bereichen energetische Grundlagen, Verarbeitung und Vermarktung.

- In der EU-28 steigt die Nachfrage für nachhaltige, feste Biomasse und landwirtschaftliche Reststoffe haben hier ein großes, bislang ungenutztes Potential zur Erweiterung des bestehenden Angebots.
- Agrar-Betriebe haben eine strategisch gute Position um im neuen Geschäftsfeld als Biomasseproduzent zu starten, da sie:
 - schon jetzt mit organischen, festen Schüttgütern arbeiten,
 - ihre Ausstattung (z.B. für Manipulation, Trocknung, Pelletierung) in einigen Fällen für die Verarbeitung von Biomasse-Rohstoffen verwenden können,
 - ihre Ausstattung und Genehmigungen für die Lagerung und den Vertrieb nutzen können,
 - existierende Geschäftsbeziehungen und Vertriebskanäle haben, die sie für die Biomasse nutzen können,
 - saisonal, während der produktionsschwachen Zeiten als Biomasselogistikzentrum agieren können.
- Einige erfolgreiche Fälle in Europa, wo Agrar-Betriebe Logistikzentren betreiben, zeigen die Machbarkeit dieses Ansatzes.
- Agrarreststoffe haben normalerweise eine schlechtere Qualität als Holzartige Ressourcen, welche derzeit hauptsächlich für die Produktion von fester Biomasse in Europa verwendet wird. Es ist schwierig, dieselbe Qualität mit agrarischen Reststoffen zu erreichen und die Agro-Brennstoffe sind häufig auch nicht 100 % kompatibel mit den Heizsystemen beim Endkunden.
- Für eine erfolgreiche Marktetablierung sollte die Strategie von Agrar-Betrieben bei der Produktion von fester Biomasse darauf abzielen eine ausreichende Qualität zu erreichen und nicht nur auf den Preis zu achten. Dabei sollte stark auf die Qualitätswünsche der Zielgruppe eingegangen werden. Deshalb wird eine Marktstudie wärmstens empfohlen. Die Erfüllung von Qualitätsvorgaben und Standards ist sehr wichtig für den Aufbau von nachhaltigen Kundenbeziehungen.
- Ein wichtiger Faktor, um Rohstoffe mit niedrigem Wasser- und Aschegehalt zu erhalten und damit ein qualitative hochwertigeres Produkt zu erzeugen, ist die Biomasse Lieferkette. Diese muss gut aufgebaut werden.

- Es gibt bereits ISO Standards mit Qualitätsempfehlung für verschiedene Endkundenprofile. In den Standards wurden auch Begriffsbestimmungen festgelegt, sowie Verfahren zur richtigen Ermittlung von Biomasseeigenschaften.
- Die Europäische Kommission hat bereits Nachhaltigkeitskriterien für feste Biomasse veröffentlicht. Diese sind aber nicht bindend.

Anhänge:

Anhang 1: Biomasseprozess

Verbrennung: der Verbrennungsvorgang von Biomasse (oder fossilen Brennstoffen wie Kohle oder Öl), produziert eine exothermische chemische Reaktion zwischen Brennstoff und Oxidationsmittel (in der Regel Sauerstoff). Holz ist das für die Verbrennung am häufigste verwendete Ausgangsmaterial, aber auch agrarische Nebenprodukte wie z.B. Stroh und Kerne oder holzartige Reststoffe (wie z.B. Rebschnitt, Rinde, Sägemehl) oder Energiehölzer können verbrannt werden. Die daraus gewonnene Energie kommt in verschiedenen Bereichen (zum Kochen, Beleuchtung, Erzeugung von Strom oder für die industrielle oder private Heizung) zur Anwendung.

Anaerobe Vergärung (Gasification Technologies Council, 2015): ist eine Reihe von biologischen Prozessen, in denen Mikroorganismen in Abwesenheit von Sauerstoff biologisch abbaubares Material zersetzen. Diese kann für den industriellen oder häuslichen Gebrauch (Biogasproduktion) oder für die Abfallverwertung (Gülle, pflanzliche Nebenprodukte) zum Einsatz kommen. Biogas, als eines der Produkte der anaeroben Vergärung von Abfällen, setzt sich vor allem aus Methan und Kohlendioxid zusammen und kann daher für die Erzeugung von Wärme und Strom oder für die Erzeugung von Treibstoffen verwendet werden. (European Biofuels, 2015).

Biotreibstoffproduktion für den Transport (European Biofuels, 2015) (Biofuel.org.uk, 2015): Biotreibstoffe entsprechen einem Kohlenwasserstoffbrennstoff aus organischem Material, das im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen, deren Bildung Millionen von Jahren dauert, in relative kurzer Zeit (Tage bis Monate) gebildet werden kann. Sie sind unterteilt in Biotreibstoffe „erster Generation“, herstellt aus dem Pflanzengewerbe das reich an Zucker, Stärke oder Pflanzenöl ist, und in die der „zweiten Generation“, welche aus lignozellulosehaltigem Material (Stroh, Holz usw.) hergestellt werden. Wenn Biotreibstoffe aus Algen hergestellt werden, spricht man von der „dritten Generation“. Die folgenden zwei Prozesse kommen bei der Biotreibstoffproduktion zum Einsatz:

- **Umesterung:** für die Produktion von Biodiesel, werden Pflanzenöle extrahiert und durch die Zugabe von Alkoholen mit einem Katalysator (Natrium- oder Kaliumdioxid) verestert.
- **Gärung:** Während der Produktion von Bioethanol wird die Lignocellulose hydrolysiert, fermentiert und destilliert, nach einem erprobten Verfahren, basierend auf enzymatischer Umwandlung von stärkehaltiger Biomasse in Zucker (IEA, International Energy Agency, 2015) (Biofuel.org.uk, 2015).

Als weitere Prozesse können noch die **Pyrolyse** (chemische Zersetzung in Abwesenheit von Sauerstoff unter Hochtemperatur), **Torrefikation** (thermisches Verfahren, bei dem die Biomasseeigenschaften geändert werden, um eine bessere Qualität für die Verbrennung oder Vergasung zu erhalten), oder **Vergasung** (Prozess für die Umwandlung von Material, das Kohlenstoff enthält, in Synthesegas) (Gasification Technologies Council, 2015).

Anhang 2: ISO standards

- . ISO 16559, Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions
- . ISO 16948, Solid biofuels — Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen
- . ISO 16968, Solid biofuels — Determination of minor elements
- . ISO 16994, Solid biofuels — Determination of total content of sulphur and chlorine
- . ISO 17225-1, Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 1: General requirements
- . ISO 17828, Solid biofuels — Determination of bulk density
- . ISO 17829, Solid Biofuels — Determination of length and diameter of pellets
- . ISO 17831-1, Solid biofuels — Determination of mechanical durability of pellets and briquettes — Part 1: Pellets
- . ISO 18122, Solid biofuels — Determination of ash content

-
- . ISO 18134-1, Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 1: Total moisture — Reference method
 - . ISO 18134-2, Solid biofuels — Determination of moisture content — Oven dry method — Part 2: Total moisture — Simplified method

Abkürzungen

%: Prozent

°C: Grad Celsius

ADEME: Französische Agentur für Umwelt und Energiemanagement

Apr: April

ar: wie erhalten, auf nasser Basis

Aug.: August

CAP: Gemeinsame Agrarpolitik

db: trockene Basis

Dec.: Dezember

EC: Europäische Kommission

EU: European Union

EU-27: Europäische Union mit 27 Mitgliedsstaaten (Österreich, Belgien, Bulgarien, Zypern, Tschechische Republik, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Polen, Portugal, Rumänien, Slowakische Republik, Slowenien, Spanien, Schweden und Großbritannien).

EU-28: EU-27 + Kroatien (seit 1. Juli 2013)

Feb.: Februar

ha: Hektar

Jan.: Jänner

Jul: Juli

Jun: Juni

kg / 100 litres of wine : Kilogramm des Rohmaterials enthalten in 100 Litern Wein

kg: Kilogramm

kt/yr: 1000 Tonnen pro Jahr

kWh : Kilowattstunde

Mar: März

Nov: November

NOx: Stickoxide

Oct.: Oktober

Sep: September

SOx: Schwefeldioxid

Toe: Tonnen von Öl-Equivalent

w-%: Prozent pro Gewicht

w: Gewicht

Fotorechte

Abbildung 3: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
 Abbildung 4: Pilar Fuente Tomai, Union de la Coopération Forestière Française
 Abbildung 5: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Abbildung 6: CIRCE
 Abbildung 7: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
 Abbildung 8: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Abbildung 9: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Kapitel 3.2 - Corn cobs: Cosette Khawaja, WIP - Renewable Energies
 Kapitel 3.2 - Straw: RAGT Energie SAS
 Kapitel 3.2 - Vine pruning: RAGT Energie SAS
 Kapitel 3.2 - Grape marc: RAGT Energie SAS
 Kapitel 3.2 - Silo waste: RAGT Energie SAS
 Kapitel 3.2 - Olive pits: CIRCE

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Synergien zwischen den Leerzeiten der Agrarindustrien (grün) und der saisonalen Verfügbarkeit von Kulturen (braun).....	12
Table 2 : Generelle Eigenschaften von verschiedenen agrarischen Reststoffen (Réseau Mixte Technologique Biomasse et Territoires, 2015) (ADEME, Avril 2013) (Kristöfel Christa, 2014)	20
Tabelle 3 : Beispiele von Biomasse Standards	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptverarbeitungsprozesse und – nutzungsbereiche von Biomasse	
Abbildung 3: Konzept eines agrarischen Biomassehofs	9
Abbildung 4 : Trommeltrockner – Luzéal - France	
Abbildung 5 : Futtermittelpelletierer - Progeo Masone - Italy	
Abbildung 6 : Getreidetrocknung - SAT el Cierzo - Spain	
Abbildung 7 : Maisspindelrocknung- Tschiggerl Agrar GmbH - Austria	
Abbildung 8 : Santa Maria La Palma Weinkeller - Italy	
Abbildung 9 : Lager - Agricola Latianese Olivenölextraktion - Italy	

Literaturverzeichnis

ADEME. (Avril 2013). *BRAN BLENDING Développement de biocombustibles standardisés à base de matières premières agricoles et à faible taux d'émissions*. ANGERS.

BioEnergy Consult. (2015). *Biomass storage methods*. Retrieved 2015, from Powering clean energy future: <http://www.bioenergyconsult.com/>

Biofuel.org.uk. (2015). *How to make Biofuels*. Retrieved 2015, from Biofuel, the fuel of the future: <http://biofuel.org.uk/>

- Biomass Energy Center. (2015, May). *The Biomass Energy Centre is the UK government information centre for the use of biomass for energy in the UK*. Retrieved 2015, from <http://www.biomassenergycentre.org.uk/>
- Biomass, S.-S. B. (2013). *Caixia Wan, Yebo Li*.
- Chris Malins, S. S. (October 2013). *Availability of cellulosic residues and wastes in the E*. ICCT, the international council on clean transformation.
- EEA, Scarlat & al etc. (n.d.). *Biomass Futures project*. Retrieved 07 09, 2015, from <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Biofuels. (2015). *Biogas/Biomethane for use as a transport fuel*. Retrieved 2015, from Technology platform, accelerating deployment of advanced biofuels in Europe: <http://www.biofuelstp.eu/biogas.html>
- European Commission. (2010). *Report on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling [COM/2010/11]*.
- European Commission. (2015). *Energy Biomass*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biomass>
- European Commission. (2015). *Europe 2020 in a nutshell*. Retrieved 2015, from Europe 2020: <http://ec.europa.eu/europe2020>
- European Commission. (2015). *Eurostat*. Abgerufen am 2015 von <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission. (2015). *Eurostat*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission. (2015). *Supply, transformation and consumption of heat - annual data*. Retrieved 2015, from Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission - Directorate General for Research and Innovation - SCAR. (2014). *Where next for the European bioeconomy*. Brussels.
- Europruning, C. (2015). *Europruning, Deliverable Reporting, D3.1 Mapping and analysis of the pruning biomass potential in Europe*.
- Foday Robert Kargbo, J. X. (2009). Pretreatment for energy use of rice straw: A review. *African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (12), pp. xxx-xxx, December 2009 Special Review*.
- Gasification Technologies Council. (2015). *What is Gasification?* Retrieved 2015, from <http://www.gasification.org/>
- Kristöfel Christa, W. E. (2014). *MixBioPells, Biomass report*.
- Michael Carus, nova-Institut. (August 2012). *Bio-based Economy in the EU-27: A first quantitative assessment of biomass use in the EU industry*. Nova Institute for ecology and innovation.
- Observ'ER. (2013). *The state of renewable energies in Europe, 13th EurObserv'ER Report*. Paris.
- Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. (2015). *Biomass feedstocks*. Retrieved 2015, from Energy.gov: www.energy.gov
- Réseau Mixte Technologique Biomasse et Territoires. (2015). Retrieved 2015, from Biomasse-territoire.info: <http://www.rmtbiomasse.org/>

S2biom, Cosette Khawaja, Rainer Janssen. (2014). *Sustainable supply of non-food biomass for a resource efficient bioeconomy*. Munich, Germany.

Scarlat N, M. M. (2010). *Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: potential and limitations for bioenergy use*.

The Energy Crops Company. (September 2007). *Wood pellet fuel utilisation design guide*.